



Instituto Tecnológico Superior de Álamo
Temapache

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

**“Análisis De La Sustentabilidad De Biofertilizante Biodegradable De
Residuos Pesqueros Tuxpan, Veracruz”**

PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero(a) en Administración

PRESENTA

Margarita Escorcía Tienda
Miriam Santiago Cruz

DIRECTOR DE TESIS

Lic. Maria Guadalupe Antonio Cruz

Xoyotitla, Álamo Temapache, Ver.

Septiembre 2025

Dedicatoria

"A mi amada familia, cuyo amor inquebrantable y constante respaldo han sido los pilares fundamentales que me han sostenido a lo largo de este arduo viaje académico. A mis padres, quienes desde el principio me inculcaron la importancia del conocimiento y la perseverancia, y cuyo inmenso sacrificio ha hecho posible cada uno de mis logros. A ustedes, mis queridos hermanos, por ser mis cómplices, mis amigos incondicionales y mi fuente de inspiración constante, a mi hijo junto con mi pareja que siempre me dieron el apoyo para seguir adelante. Sus palabras de aliento, sonrisas y confianza en mí han sido mi motor durante los momentos más desafiantes.

Cada página escrita, cada descubrimiento realizado en esta tesis, lleva impreso amor, apoyo y legado. A mis abuelos, cuya sabiduría y experiencia han iluminado mi camino, y a toda mi familia extendida, por su inagotable cariño y respaldo incondicional.

A ustedes, mi familia, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Su presencia ha sido mi mayor regalo y su influencia ha moldeado mi persona y mis sueños. Cada logro alcanzado en esta tesis es el resultado del amor, sacrificio y eterno apoyo. Que este trabajo sea un testimonio de gratitud hacia ustedes y una expresión de amor profundo y sincero.

Atte. Margarita Escorcía Tienda y Miriam Santiago Cruz

Agradecimientos

"Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis estimados profesores y profesoras, a mi respetada directora de tesis, cuya orientación experta, apoyo incondicional y sabios consejos han sido fundamentales en la realización de este trabajo académico.

A mis profesores, quienes no solo compartieron conmigo su vasto conocimiento y experiencia, sino que también me inspiraron con su pasión por la enseñanza y su dedicación a mis estudios. Su guía académica y su estímulo constante han sido una luz en el camino, motivándome a superar obstáculos y a alcanzar mis metas con determinación y perseverancia.

A mi apreciada directora de tesis, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su invaluable orientación, su paciencia infinita y su compromiso inquebrantable con mi crecimiento académico. Sus comentarios perspicaces, sus sugerencias constructivas y su apoyo incondicional fueron indispensables para dar forma a este trabajo y alcanzar los estándares de excelencia que hoy presenta.

A todos ustedes, queridos profesores y asesoras, les debo un profundo reconocimiento por su dedicación, compromiso con mi formación académica. Su influencia ha dejado una huella indeleble en mi camino educativo y en mi desarrollo como estudiante y como persona.

Que este modesto trabajo sea un testimonio de mi gratitud eterna hacia ustedes. Su contribución ha sido fundamental en mi camino hacia el éxito, y por ello siempre les estaré agradecido.

Resumen

Este estudio investiga la viabilidad de emplear biofertilizantes elaborados a partir de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, como una solución sustentable para incrementar la fertilidad del suelo y mitigar la contaminación ambiental. Se evalúa el posible impacto de estos biofertilizantes en la calidad del suelo, la generación de empleo local, la reducción de la contaminación y una gestión más efectiva de los residuos en la región. Asimismo, se identifican áreas de oportunidad, como la necesidad de una mayor difusión y capacitación, con el fin de promover la adopción y el éxito continuo de esta iniciativa en la comunidad.

Este estudio se llevó a cabo mediante un enfoque transversal, utilizando el modelo de las tres dimensiones de la sustentabilidad. Los resultados indican que la utilización de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros es una opción viable y sustentable. La investigación resalta la importancia de este enfoque para mejorar tanto la salud del suelo como el medio ambiente local, además de proporcionar oportunidades económicas a la comunidad. En conclusión, se destaca la factibilidad de implementar esta práctica como parte de una estrategia integral de desarrollo sustentable en la región de Tuxpan, Veracruz.

Palabras claves: Biofertilizantes, residuos pesqueros, sustentabilidad, Tuxpan Veracruz, fertilidad del suelo, contaminación, gestión de residuos, difusión, capacitación.

Abstract

This study investigates the feasibility of using biofertilizers made from fishery waste in Tuxpan, Veracruz, as a sustainable solution to increase soil fertility and mitigate environmental pollution. The potential impact of these biofertilizers on soil quality, local job creation, pollution reduction, and more effective waste management in the region is evaluated. Additionally, areas of opportunity are identified, such as the need for greater dissemination and training, in order to promote the adoption and ongoing success of this initiative in the community.

This study was conducted using a cross-sectional approach, employing the three dimensions of sustainability model. The results indicate that the use of biofertilizers derived from fishery waste is a viable and sustainable option. The research highlights the importance of this approach in improving both soil health and the local environment, while also providing economic opportunities to the community. In conclusion, the feasibility of implementing this practice as part of a comprehensive sustainable development strategy in the Tuxpan, Veracruz region is emphasized.

Keywords: Biofertilizers, fishery waste, sustainability, Tuxpan Veracruz, soil fertility, pollution, waste management, dissemination, training.

INDICE

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract.....	5
Glosario de términos.....	11
Abreviaturas de siglas.....	11
Introducción.....	12
Capítulo I: Marco contextual	14
1.1 Origen del fertilizante.....	14
1.2 Definición de fertilizante	15
1.3 Evolución de los fertilizantes	16
1.4 Importancia de los fertilizantes.....	17
1.5 Clasificación de los fertilizantes.....	18
1.6 Fertilizantes nitrogenados.....	19
1.7 Fertilizantes fosfatados	21
1.8 Fertilizantes potásicos	22
1.9 Fertilizantes orgánicos.....	23
1.10 Abonos verdes	24
1.11 Compostaje	25
1.13 Estrategia Bocashi	26
1.14 Biofertilizantes	27
1.15 Orgánicos.....	27
28	
1.16 Fertilizantes de residuos pesqueros	29
1.18 Harina de pescado.....	30

1.19 Emulsión de pescado	31
1.19 Aceite de pescado	33
1.20 Hidrolizado de pescado	35
1.21 Residuos de pescado	37
1.22 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel internacional.....	42
1.23 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel internacional.....	44
1.25 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel nacional	47
1.26 Fertilizantes de residuos pesqueros utilizados en México.....	48
1.27 Fertilizantes de residuos pesqueros en Veracruz.....	52
1.28 Residuos pesqueros en Veracruz	53
1.30 Fertilizantes de residuos pesqueros a Tuxpan, Veracruz.....	56
1.31 Fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan	58
Capítulo 2: Marco teórico.....	59
2.1 Origen del desarrollo sustentable	59
2.2 Definición de sustentabilidad	61
2.3.1 Tipos de sustentabilidad	62
2.4 Sustentabilidad ambiental.....	62
2.5 Sustentabilidad económica	64
2.6 Sustentabilidad social	68
2.7 Dimensiones de la sustentabilidad.....	70
2.8 Sustentabilidad económico social.....	72
2.9 Modelos de la sustentabilidad.....	74
2.10 Modelo de las 3 dimensiones de Brutland.....	74
2.11 Modelo de desarrollo sustentable de carro	75
2.12 17 Objetivos de desarrollo sostenible ONU 2015	76
2.13 El modelo de Brundtland 1987.....	77

2.14 Modelo de tetraedro de Achkar, 2002	79
79	
2.16 Elección de modelo	81
Capítulo 3: Metodología de la investigación	83
3.1 Situación problemática:	84
3.2 Planteamiento del problema	86
3.3 Objetivo general	86
3.4 Objetivos específicos	87
3.5 Pregunta de investigación	87
3.6 Justificación	88
3.7 Tipo de investigación	89
3.8 Diseño de investigación	90
3.9 Sujetos de investigación	90
3.10 Población	91
3.11 Muestra	91
3.12 Técnica de recolección de datos	91
3.13 Hipótesis	91
3.14 Categoría de análisis	92
92	
Capítulo 4 Análisis y resultados	94
4.1 Inferencia	104
4.1 Análisis de la sustentabilidad del uso de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz, con base en las tres dimensiones de sustentabilidad	104
4.2 Análisis de la dimensión ambiental	105
4.3 Análisis de la dimensión social	105
4.4 Análisis de la dimensión económica	105
4.5 Conclusión	106

Referencias	107
-------------------	-----

Anexos.....	113
-------------	-----

Índice de tablas

No 1.- Clasificación de Fertilizantes 1.....	18
No 2.-Clasificación de Fertilizantes.....	18
No 3.- Aportación de nitrógeno en esquilmos de cosecha.....	19
No 4.-Principales fuentes de potasio y concentraciones de macronutrientes.....	22
Nº 5.- Cuadro comparativo de estudios.....	80

Índice de figuras

No 1.-Biofertilizantes.....	28
No 2.-Subproductos de pescado y su uso.....	38
No 3.-Usos de los subproductos de pescado en la industria.....	39
No 4.-Modelo de las 3 dimensiones.....	74
No 5.-Modelo del desarrollo sustentable de Carro.....	75
No 6.-Modelo del desarrollo sustentable de 17 objetivos de la ONU.....	76
No 7.-Modelo de Brundtland.....	77
No 8.-Tetraedro de Achkar.....	79
No 9.-Categoría de análisis.....	91
No 10.-Matriz de congruencia metodológica.....	92
No 11.-Percepción de mejora económica de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros.....	94
No 12.-Percepción en la reducción de costos de producción.....	95
No 13.-Percepción de generación de ingresos.....	95
No 14.-Percepción de mejora medioambiental.....	96
No 15.-Percepción acerca de la mejora de calidad del suelo.....	97
No 16.-Percepción acerca de la mejora de biodiversidad.....	97
No 17.-Percepción acerca de la producción de empleos.....	98
No 18.-Percepción acerca de la mejora en la calidad de vida.....	98
No 19.-Percepción acerca de la equidad social.....	99
No 20.-Percepción acerca de los beneficios.....	100
No 21.-Percepción acerca de los desafíos.....	101
No 22.-Percepción acerca de los puntos de oportunidad.....	101

Glosario de términos

Análisis: Proceso de examinar en detalle un objeto, fenómeno o situación para comprender sus componentes, características o implicaciones (Huberman, 1994).

Biodegradable: Capacidad de descomponerse de forma natural y segura en el medio ambiente, generalmente por acción de microorganismos (Yasir, 2017).

Biofertilizante: Sustancia orgánica que se utiliza como fertilizante para mejorar la calidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas (Borrero, 2010).

Capacitación: Proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y competencias mediante la instrucción formal o práctica (Kirkpatrick, 1959).

Contaminación: Introducción de sustancias nocivas o elementos no deseados en el medio ambiente, que pueden causar daño a los organismos vivos (Carso, 1962).

Desarrollo Sustentable: Enfoque que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (Sachs, 1969).

Difusión: Acción de dar a conocer o promover algo entre un público más amplio (Rogers, 1962).

Fertilidad del Suelo: Capacidad del suelo para proporcionar nutrientes y condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas (Brady, 2008).

Gestión de Residuos: Proceso de recolección, tratamiento, disposición y seguimiento de los residuos para minimizar su impacto ambiental (Tchobanoglous, 2014).

Medio Ambiente: Entorno físico, químico y biológico que rodea a los organismos vivos y que influye en su desarrollo y supervivencia (Leopold, 1949).

Microorganismos: Organismos vivos microscópicos, como bacterias, hongos y virus, que pueden desempeñar un papel importante en la descomposición de materia orgánica (Madigan, 2014).

Residuos Pesqueros: Sobrantes o desechos resultantes de la actividad pesquera, como partes no comestibles de los peces o materia orgánica descartada (Aguilar, 2005).

Sustentabilidad: Capacidad para mantenerse o perdurar en el tiempo sin agotar los recursos o dañar el medio ambiente (Brundtland, 1987).

Viabilidad: Capacidad de una idea, proyecto o solución para ser exitosa o efectiva en una situación dada (Russell, 1970).

Abreviaturas de siglas

BPC: Biofertilizantes a base de residuos pesqueros

CEAM: Centro de Estudios Atmosféricos y Meteorológicos

CG-MS: Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

CIQRO: Centro de Investigación en Química Aplicada

CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

CONAPESCA: Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

NPK: Nitrógeno, Fósforo y Potasio

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SEMAR: Secretaría de Marina

SEDARPA: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca del Estado de Veracruz

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

Los fertilizantes, esenciales en la agricultura, han evolucionado desde prácticas ancestrales hacia productos químicos modernos. Su importancia radica en garantizar nutrientes para el crecimiento de cultivos, corregir deficiencias y mejorar la productividad. Se clasifican según origen (orgánicos e inorgánicos), composición (nitrogenados, fosfatados, potásicos, micronutrientes) y forma de aplicación (sólidos, líquidos, gaseosos, foliares), facilitando su uso eficiente en la práctica agrícola.

La presente investigación contiene cuatro capítulos, en el capítulo I se proporciona como el estudio se centra en el análisis de la sustentabilidad de un biofertilizante biodegradable producido a partir de residuos pesqueros en la región costera de Tuxpan, Veracruz. Tuxpan, una ciudad situada en la costa del Golfo de México, se caracteriza por su rica actividad pesquera y agrícola, así como por los desafíos ambientales asociados con la gestión de los residuos orgánicos generados por estas industrias.

El capítulo 2 veremos el desarrollo sustentable, clave en la gestión de recursos, el cual evolucionó desde enfoques tradicionales hacia modelos integradores. Su importancia radica en equilibrar las necesidades actuales sin comprometer las futuras generaciones. Se clasifica en sustentabilidad ambiental, económica y social, reflejando sus dimensiones interconectadas. Los modelos básicos incluyen la tríada ambiental, económica y social, que busca el equilibrio entre crecimiento económico, conservación ambiental y equidad social, así como el modelo de las tres esferas, que considera el entorno natural, la economía y la sociedad como sistemas interdependientes.

Proporcionamos en el capítulo 3 el estado actual de la investigación científica sobre la producción y aplicación de biofertilizantes a partir de residuos pesqueros en contextos similares a Tuxpan, Veracruz, es fundamental en vista de la importancia de la actividad pesquera en la economía local y su influencia en la sustentabilidad ambiental y social de la región. Con el crecimiento de esta industria, la generación de residuos pesqueros se ha vuelto significativa, lo que plantea desafíos ambientales si no se manejan adecuadamente. La disposición inapropiada de estos residuos puede causar contaminación del agua y afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos locales, lo que resalta la urgencia de investigaciones sobre alternativas sostenibles como los biofertilizantes. En este contexto, la investigación científica, con un enfoque cualitativo y un tipo de investigación diagnóstica, se centraría en analizar la información en base a las tres dimensiones de sustentabilidad: ambiental, económica y social. Esto permitirá evaluar la viabilidad técnica y

económica de producir biofertilizantes a partir de residuos pesqueros, así como su efectividad en mejorar la fertilidad del suelo y reducir la contaminación ambiental, identificando los factores que promueven su aparición en esta situación específica.

La investigación sobre la sustentabilidad de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, destaca la posibilidad de viabilidad de este enfoque, aunque se reconoce una falta de conocimiento integral sobre sus dimensiones ambientales, sociales y económicas. Los resultados sugieren que los encuestados tienen cierta comprensión de las ventajas de estos biofertilizantes en las tres dimensiones de sustentabilidad, pero hay incertidumbre sobre su aplicabilidad debido a diversas variables. No obstante, la percepción general es positiva, lo que sugiere un interés significativo en iniciar un análisis más profundo sobre su sustentabilidad en estas dimensiones.

Tenemos el capítulo 4 basado al análisis de la sustentabilidad, donde se concluye que los biofertilizantes pueden tener un impacto positivo en la dimensión ambiental al reducir la contaminación y mejorar la calidad del suelo, y en la dimensión social al aumentar la calidad y producción de los cultivos, aunque persisten dudas sobre su efecto en la equidad. En la dimensión económica, se reconoce la posibilidad de generar beneficios económicos locales si se produce y comercializa en la región, aunque se identifican desafíos como la competencia con grandes empresas ya establecidas. En resumen, se destaca que esta iniciativa surge del interés en abordar problemas ambientales locales de manera integral, ofreciendo beneficios socioeconómicos significativos, pero requiere esfuerzos adicionales en promoción, capacitación y difusión para maximizar su impacto positivo.

Capítulo I: Marco contextual

1.1 Origen del fertilizante

El origen de los fertilizantes se encuentra en las prácticas agrícolas antiguas, donde las civilizaciones tempranas reconocieron la importancia de enriquecer los suelos para aumentar la productividad de sus cultivos.

Inicialmente, se utilizaron materiales orgánicos como estiércol, compost y restos de plantas, que aportaban nutrientes esenciales al suelo. A lo largo del tiempo, surgieron avances significativos, como el uso de guano (excremento de aves marinas rico en nutrientes) en el siglo XIX y la invención del proceso Haber-Bosch a principios del siglo XX, que permitió la producción industrial de amoníaco para la creación de fertilizantes nitrogenados. Estos desarrollos históricos sentaron las bases para la producción y el uso extensivo de fertilizantes en la agricultura moderna, contribuyendo de manera crucial a la seguridad alimentaria mundial y la mejora de la productividad agrícola (Brady & Weil, 1952).

Desde que el hombre comenzó a cultivar la tierra, ha tratado de compensar la rotación de cultivos resultante dejándola en barbecho (sin cultivo durante uno o dos años) o aportando fertilizantes orgánicos densos como estiércol o guano. A partir de las experiencias del alemán Liebig a mediados del siglo XIX se entendió el papel fundamental de la nutrición mineral en las plantas (Ringuelet, 2005).

1.2 Definición de fertilizante

Fertilizante es cualquier material natural o industrial que contiene al menos un 5% de uno o más de los tres nutrientes principales: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N, P, K).

Los fertilizantes naturales son fertilizantes extraídos de canteras (lugares donde se concentran ciertos minerales).

Los fertilizantes sintéticos se producen o concentran industrialmente (Ringuelet, 2005).

Los fertilizantes son todas aquellas sustancias minerales u orgánicas que transportan uno o más nutrientes importantes para el desarrollo de la planta en forma de absorción o asimilación (Carbonero, 1975). Los fertilizantes pueden producir más alimentos y cultivos comerciales y de mejor calidad. Se pueden utilizar fertilizantes para mejorar la baja fertilidad de las tierras sobre utilizadas. Todo esto contribuye al bienestar de las personas, de tu comunidad y del país. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002).

Se define compost o fertilizante y se da una clasificación de los fertilizantes según su origen (orgánico, inorgánico fortificado y químico), composición química (simple y compuesta) según su estado físico. (sólidos, líquidos y gases), según su forma de distribución (raíz u edáfica y hoja) y concentración (Nitrógeno, Fósforo y Oligoelementos) (Méndez, 1981).

1.3 Evolución de los fertilizantes

La evolución de los fertilizantes a lo largo de la historia ha sido un proceso gradual y ha experimentado varias etapas clave:

Fertilización orgánica: En las primeras civilizaciones agrícolas, los agricultores se dieron cuenta de que agregar materiales orgánicos, como estiércol, restos de plantas y compost, mejoraba la fertilidad del suelo. Esto proporcionaba nutrientes esenciales a las plantas y mejoraba la estructura del suelo.

Guano: En el siglo XIX, se descubrió que el guano, un excremento de aves marinas acumulado en islas remotas, era extremadamente rico en nutrientes. El guano se convirtió en un fertilizante valioso y se exportó a nivel mundial.

Superfosfato: A mediados del siglo se desarrolló el primer fertilizante químico, conocido como superfosfato. Se producía tratando fosfato de roca con ácido sulfúrico para obtener fósforo soluble en agua (Bennet, 1900).

Fertilizantes sintéticos: A principios del siglo XX, se desarrollaron fertilizantes sintéticos más avanzados, como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio. Estos productos proporcionaban nitrógeno en forma de amoníaco y eran más fáciles de manejar que el guano.

Proceso Haber-Bosch: Uno de los avances más significativos en la fabricación de fertilizantes fue la invención del proceso Haber-Bosch a principios del siglo XX. Este proceso permitió la síntesis industrial de amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno atmosféricos, lo que revolucionó la producción de fertilizantes nitrogenados a gran escala.

Fertilizantes compuestos: Con el tiempo, se desarrollaron fertilizantes compuestos que contenían una combinación de nutrientes esenciales para las plantas, como el NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio). Estos fertilizantes se diseñaron para proporcionar una nutrición equilibrada a los cultivos (Concha, 1997).

Tecnología de liberación controlada: En tiempos más recientes, se ha avanzado en la tecnología de fertilizantes, incluidos los fertilizantes de liberación controlada que liberan nutrientes de manera gradual a lo largo del tiempo, lo que mejora la eficiencia de uso y reduce la contaminación ambiental.

La evolución de los fertilizantes ha sido fundamental para la agricultura moderna al aumentar la productividad de los cultivos y garantizar la seguridad alimentaria a nivel mundial. Sin embargo, es importante utilizar fertilizantes de manera sostenible y responsable para minimizar los impactos ambientales negativos (Food and Agriculture Organization, 2002).

1.4 Importancia de los fertilizantes

El reconocimiento del importante papel de los fertilizantes en el aumento de la producción agrícola y, por tanto, en la producción de alimentos, fibras e incluso energía, contrasta

marcadamente con la naturaleza negativa de la información que se publica actualmente sobre el uso de fertilizantes en las granjas. amplios sectores de la opinión pública e incluso algunas entidades públicas y privadas. Se sabe que el hombre comenzó a cultivar la tierra hace miles de años, pero la historia de la fertilización comenzó cuando los agricultores primitivos descubrieron que ciertos suelos dejarían de producir cultivos aceptables si se continuaba cultivando, y la adición de estiércol o residuos de cultivos restauraría la fertilidad. La industria mundial de fertilizantes comenzó a mediados del siglo XIX, cuando se comenzaron a comercializar diversos tipos de fertilizantes (National Association of Fertilizer Manufacturers, 2013).

Desde una perspectiva económica agrícola, ganadera o forestal, sin disponibilidad adecuada. Los alimentos, las plantas y los animales no se producen de acuerdo con su potencial genético. Lograr una producción rentable requiere una gestión adecuada de la fertilidad del suelo y garantizar la disponibilidad de nutrientes suficientes para las plantas. Cada cultivo requiere una determinada cantidad de nutrientes. Además, la cantidad de nutrientes necesarios depende en gran medida del rendimiento obtenido (o esperado) del cultivo. Dentro de un mismo cultivo, diferentes variedades también tienen diferentes necesidades de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes. La variedad local no responde tan bien a los fertilizantes como la variedad mejorada. Por ejemplo, el maíz híbrido responde mejor a los fertilizantes y produce rendimientos mucho mayores que las variedades locales. Las plantas son como las personas: una dieta equilibrada es fundamental y comer demasiado de un alimento no es suficiente; Si la dieta es desequilibrada la persona eventualmente enfermará (Arévalo, 2009).

1.5 Clasificación de los fertilizantes

Clasificación de los fertilizantes según su origen son químicos y orgánicos como se aprecia en la tabla numero 1

Tabla No. 1 Clasificación de fertilizantes 1

Minerales/Químicos	Orgánicos
Son productos inorgánicos obtenidos mediante procesos químicos, elaborados en laboratorios o fábricas.	Son los que se producen de la descomposición de restos de materiales vegetales y animales muertos.

Fuente: Elaboración propia en base a (Arévalo, 2009). Extraído el 08 de octubre del 2023, en Manual de fertilizantes y enmiendas.

Según el contenido de uno o varios elementos principales, los fertilizantes se clasifican en simples y compuestos como se muestra en la tabla 2:

Tabla No. 2 Clasificación de fertilizantes 2

Simple	Compuestos
Nitrogenados	Binarios
Fosfatados	Ternarios
Potásicos	

Fuente: Elaboración propia en base a (Arévalo, 2009). Extraído el 08 de octubre del 2023, en Manual de fertilizantes y enmiendas.

1.6 Fertilizantes nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados se dividen en orgánicos y químicos, estos últimos también se pueden dividir en naturales y sintéticos. Los fertilizantes nitrogenados orgánicos pueden ser:

- Fertilizantes;
- Compost (obtenido por fermentación de diversas materias orgánicas como estiércol, residuos de cultivos, etc.);
- abonos verdes (plantas agregadas al suelo para su posterior adición, generalmente leguminosas);
- residuos (residuos de cosechas, fardos, rastrojos y rastrojos);
- residuos de industrias agrícolas (cachaça, vino, pulpa de café, etc.);
- e)

aguas residuales y sus derivados; y f) Efluentes de biodigestores, en el Cuadro 3 se muestra la proporción de nitrógeno en los residuos de cultivos.

Tabla No. 3 Aportación de nitrógeno en esquilmos de cosecha

Residuo	N,%	C,%	C/N
Sulfato de amonio	20.5	0	0
Estiércol muy viejo	1.5	15	10
Soca de brócoli	3.5	40	11
Soca de tomate	3.3	40	11
Soca de pepino	2.4	35	15
Soca de pimiento	2.6	39	15
Estiércol nuevo	.2	40	20
Soca de maíz elotero	1.2	40	33
Rastrojo de maíz	0.6	40	67
Paja de trigo	0.4	40	100

Fuente: Documento de original Alcántara, (2007). Extraído el 08 de octubre del 2023, en Nutrición de cultivos página 451.

Dentro de los fertilizantes nitrogenados químicos sintéticos están:

1. Amoníaco anhidro (NH_3). Es un fertilizante barato y se utiliza mucho en algunas zonas. Además, es el fertilizante con mayor contenido de nitrógeno (82%), pero tiene el inconveniente del gas, lo que limita su uso en algunas zonas principalmente porque no existe infraestructura para esparcirlo. Se debe lograr una alta eficiencia durante la aplicación, ya que se pueden perder grandes cantidades por evaporación durante este proceso. Se debe extender a una profundidad superior a los 8 cm, aunque en suelos arenosos la profundidad debe ser mayor; También se recomienda esparcir cuando la temperatura del suelo es baja durante el día.

2. Amoniaco acuoso o agua amoniaca (NH_4OH). Contiene un 20,5% de N y se produce mezclando amoniaco anhidro con agua. La ventaja competitiva de este fertilizante es que no requiere presión para almacenarlo, pero es evidente su menor concentración, lo que conlleva mayores costes de transporte. Su efecto sobre el suelo es similar al del

amoníaco anhidro: inicialmente el pH aumenta, pero luego disminuye con la nitrificación (Alcantar, 2007).

1.7 Fertilizantes fosfatados

Los fertilizantes fosfatados son una categoría de fertilizantes que proporcionan fósforo a las plantas. El fósforo es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y es necesario para una variedad de procesos metabólicos, incluyendo la fotosíntesis, la transferencia de energía y la formación de ADN. Los fertilizantes fosfatados se utilizan para corregir deficiencias de fósforo en el suelo y promover un crecimiento saludable de las plantas (Arévalo, 2009).

Composición química: Contienen fósforo en forma de fosfato. Los compuestos de fosfato más comunes en estos fertilizantes incluyen el fosfato monoamónico (MAP), el fosfato diamónico (DAP) y el fosfato de roca molida.

Función principal: Es esencial para el desarrollo de las raíces, la formación de flores y frutos, y la transferencia de energía en las plantas. Los fertilizantes fosfatados ayudan a superar las deficiencias de fósforo en el suelo, lo que puede resultar en un crecimiento deficiente y una baja productividad de los cultivos (Arévalo, 2009).

Forma de aplicación: Se aplican generalmente al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de crecimiento de las plantas. También pueden aplicarse como fertilizantes foliares en algunos casos (Guerrero, 1996).

Disponibilidad de fósforo: En los fertilizantes fosfatados puede variar según la formulación y el proceso de producción. Algunos fertilizantes fosfatados liberan fósforo de manera más rápida, mientras que otros tienen una liberación más lenta y sostenida (Guerrero, 1996).

Compatibilidad con otros nutrientes: Los fertilizantes fosfatados a menudo se mezclan con otros fertilizantes, como los nitrogenados y los potásicos, para proporcionar una nutrición equilibrada a

las plantas (Arévalo, 2009).

Beneficios agronómicos: Mejoran la calidad de los cultivos, aumentan la resistencia al estrés y promueven el desarrollo de raíces fuertes, lo que es fundamental para la producción de alimentos de alta calidad (Casanova,2002).

Sostenibilidad: Es importante utilizar fertilizantes fosfatados de manera sostenible y eficiente para evitar la contaminación del agua y minimizar el agotamiento de recursos naturales. La gestión adecuada de la aplicación de fósforo es esencial para proteger el medio ambiente.

Los fertilizantes fosfatados desempeñan un papel crucial en la agricultura al proporcionar fósforo esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que contribuye a cosechas saludables y productivas. Su uso adecuado es esencial para una agricultura sostenible y la seguridad alimentaria (Casanova,2002).

1.8 Fertilizantes potásicos

Los fertilizantes potásicos son principalmente sales solubles en agua. El potasio se encuentra en la naturaleza como depósitos que forman minas subterráneas o depósitos minerales, pero también se puede encontrar en el agua salada de mares o lagos secos. El 80% del potasio se obtiene de las minas, el 12% de los lagos y el 8% de la disolución de depósitos de sal subterráneos (Aguirre,1952).

El Potasio proviene de las minas hasta la industria de fertilizantes de diversas fuentes. minerales Los más importantes son la silvinita, la silvita, la kainita, la carnalita y la langbeinita. De estos minerales, el potasio se extrae como cloruro de Potasio (KCl), que se utiliza actualmente para elaborar diversos fertilizantes en nuestro mercado (Tabla 1). Según la FAO, en 2018 la producción de potasio expresada como óxido de potasio (K₂O) fue de 44.518.636,75 toneladas, de las cuales el 87,27% se utilizó en la agricultura.

La eficiencia de los fertilizantes potásicos en los sistemas de producción agrícola varía entre el

40-60%, el resto puede permanecer en las partículas del suelo o ser arrastrado al suelo junto con otros nutrientes o elementos. Esta eficiencia también puede verse afectada por el uso incorrecto de los fertilizantes potásicos, si se desconocen sus propiedades físico-químicas, usos adecuados y propiedades del suelo, en el Cuadro 4 se muestran las fuentes más importantes de potasio y las concentraciones de macronutrientes (Aguirre, 1952).

Tabla No. 4 Principales fuentes de potasio y concentraciones de macro nutrimentos

Fuente	Formula	Concentración		nutrimental	%	
		N	P ₂ O ₅		S	Mg
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	0	0	50	17	0
Sulfato doble de potasio y magnesio	K ₂ SO ₄ MgSO ₄	0	0	22	22	11
Cloruro de potasio	KCl	0	0	60	0	0
Nitrato de potasio	KNO ₃	0	52	34	0	0
Fosfato mono potásico	KH ₂ PO ₄	0	52	34	0	0
Fosfato di potásico	K ₂ HPO ₄	0	41	54	0	0
Poli fosfato de potasio	K ₃ H ₂ PO+KH ₂ PO ₄	0	51	40	0	0
Tiosulfato de potasio	K ₂ S ₂ O ₃	0	0	25	17	0
Poli sulfató de potasio	KS _x	0	0	22	23	0

Fuente: DoDocumento original Castellanos, (2020). Extraído el 08 de octubre del 2023, en Guía de fertilizantes potásicos INTAGRI.

1.9 Fertilizantes orgánicos

El abono orgánico es una sustancia orgánica obtenida separadamente o mezclada de animales y vegetales, que, según el tipo de abono producido, se somete a procesos de descomposición o fermentación con el objetivo de reducir el uso de fertilizantes químicos y aumentar la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas, aumentando la biodiversidad del suelo para que los ecosistemas puedan resistir mejor el estrés (Alvares, 2018).

Los fertilizantes orgánicos son compuestos que se obtienen de la descomposición y mineralización de residuos orgánicos. origen animal (estiércol), vegetal (residuos vegetales) e industrial (lodos de depuradora)., que se aplican al suelo para mejorar sus propiedades químicas, físicas y biológicas, porque aportan nutrientes, cambian la estructura del suelo y activan y aumentan la actividad microbiana del suelo, contienen mucha materia orgánica, energía y microorganismos, pero pocos

elementos inorgánicos (Aguirre, 2017).

La fertilización orgánica se aplica a todas las fuentes de alimento: heces de vaca, heces de cerdo, pollo, desechos vegetales y otros materiales orgánicos, pero las sustancias utilizadas como fertilizantes deben transformarse en compost y sufrir descomposición antes de ser aplicadas al suelo. . . Con un adecuado proceso de descomposición (compostaje o fermentación), elementos como el nitrógeno quedan fijados y disponibles para su posterior cultivo (Arango, 2018).

Los fertilizantes orgánicos se clasifican básicamente de la siguiente manera:

1.10 Abonos verdes

Los abonos verdes son plantas que mejoran el suelo y aportan nutrientes, a menudo muy densas, que eliminan la competencia de las malas hierbas y limpian el suelo. Por eso se utilizan entre campos cultivados e hileras, pero también en campos nuevos forman una densa cubierta vegetal que ralentiza la evaporación.

El abono verde es una práctica agrícola que consiste en añadir plantas no podridas a los cultivos para mejorarlas. disponibilidad de nutrientes y propiedades del suelo. Hoy en día, la definición se ha ampliado para incluir el suelo, protegiéndolo de la erosión, controlando las malas hierbas y utilizándolo como alimento para animales y humanos. Las funciones del abono verde están relacionadas con proteger el suelo contra la erosión y reducir la temperatura y la evaporación del agua, así como mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; aumentan su contenido de materia orgánica y su participación, reciclaje y movilización de alimentos; ayuda a controlar naturalmente nematodos, plagas y malezas (Rivera, 2015).

1.11 Compostaje

Es un fertilizante orgánico producido por la descomposición de desechos animales y vegetales. La descomposición de estos residuos se produce en condiciones controladas de humedad y temperatura.

El compostaje es el proceso de descomposición biológica aeróbica de material orgánico que conduce al compost a través de condiciones controladas y procesos de humectación. Durante el proceso, los residuos orgánicos del ambiente son descompuestos por microorganismos y se crea un nuevo compuesto orgánico valioso, que tiene propiedades físico-químicas útiles para el crecimiento de las plantas (Álvarez, 2018).

El proceso de compostaje, o compostaje, se divide en tres periodos:

Mesolítico: La masa vegetal es a partir de temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente, como resultado del metabolismo, la temperatura aumenta y se forman ácidos orgánicos, que bajan el pH.

Termófilo: la temperatura alcanza los 40°C, los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco y el pH del ambiente se vuelve alcalino. A 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen bacilos y actinomicetos esporulados. Estos microorganismos se encargan de descomponer ceras, proteínas y hemicelulosas.

Enfriamiento: Cuando la temperatura es inferior a 60°C, los hongos termófilos reaparecen y vuelven a entrar en el suelo y descomponen la celulosa. Cuando la temperatura baja de los 40 °C, los mesófilos también inician su actividad y el pH del ambiente baja ligeramente (Arango, 2017).

1.13 Estrategia Bocashi

Es un fertilizante orgánico producido por la descomposición de desechos animales y vegetales. La descomposición de estos residuos se produce en condiciones controladas de humedad y temperatura.

El compostaje es el proceso de descomposición biológica aeróbica de material orgánico que conduce al compost a través de condiciones controladas y procesos de humectación. Durante el proceso, los residuos orgánicos del ambiente son descompuestos por microorganismos y se crea un nuevo compuesto orgánico valioso, que tiene propiedades físico-químicas útiles para el crecimiento de las plantas (Álvarez, 2018).

El proceso de compostaje, o compostaje, se divide en tres periodos:

Mesolítico: La masa vegetal es a partir de temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente, como resultado del metabolismo, la temperatura aumenta y se forman ácidos orgánicos, que bajan el pH.

Termófilo: la temperatura alcanza los 40°C, los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco y el pH del ambiente se vuelve alcalino. A 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen bacilos y actinomicetos esporulados. Estos microorganismos se encargan de descomponer ceras, proteínas y hemicelulosas.

Enfriamiento: Cuando la temperatura es inferior a 60°C, los hongos termófilos reaparecen y vuelven a entrar en el suelo y descomponen la celulosa. Cuando la temperatura baja de los 40 °C, los mesófilos también inician su actividad y el pH del ambiente baja ligeramente (Arango, 2017).

1.14 Biofertilizantes

Los biofertilizantes son productos derivados de microorganismos vivos, como bacterias, hongos y algas, que promueven el crecimiento de las plantas al mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estos microorganismos pueden fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar fósforo, descomponer materia orgánica y mejorar la estructura del suelo, entre otras funciones beneficiosas. Los biofertilizantes son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que son amigables con el medio ambiente, reducen la dependencia de insumos externos y mejoran la salud del suelo a largo plazo. Su uso está en aumento en la agricultura moderna debido a su capacidad para mejorar la productividad de los cultivos de manera natural y sostenible (Kuhad, 2022).

En cuanto a los subproductos de origen vegetal, los biofertilizantes se obtienen a través del procesamiento de fibras; los residuos vegetales, además, se pueden usar aplicándolos directamente al suelo o después de su procesamiento (por ejemplo, a través de compostaje). Su uso y resultados han demostrado que pueden reemplazar la aplicación de fertilizantes minerales. Los biofertilizantes vegetales se caracterizan por sus notables aportes de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. El resultado final de su uso en los cultivos no dista del que se obtiene con fertilizantes de origen mineral. Existe un último grupo de biofertilizantes, que corresponde al uso de inoculantes microbianos, ya sea solos o como complemento de formulaciones, que se describen en este boletín. Los inoculantes microbianos son componentes promisorios para complementar la nutrición de las plantas. Dado que optimizan la toma de nutrientes, resultan una herramienta excelente para el manejo integrado, pues garantizan la sustentabilidad de la producción agrícola, en la figura 1 se aprecia la clasificación de biofertilizantes (Arango, 2017).

1.15 Orgánicos

La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas. Resulta importante incrementar la eficiencia de utilización de los fertilizantes para evitar la degradación ambiental. Para ello, es necesario implementar tecnologías

que permitan la aplicación de estos en el sitio y cultivo específico con el fin de cumplir la demanda del mismo. En este sentido, se ha señalado que el uso eficiente de nutrimentos es un aspecto relevante, debido al incremento en los costos y el impacto ambiental asociado con su uso inapropiado (Villalba, 2011).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, 2010).

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Libreros, 2012).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Cegarra, 1993).

Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Vázquez, 2009).

Figura No. 1 Biofertilizantes



Fuente: Documento original Cruz (2014). Extraído el 09 de octubre del 2023, en [biofertilizantes.pdf \(sic.gov.co\)](#).

1.16 Fertilizantes de residuos pesqueros

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 medio ambiente (aire, agua y suelo). Por estas razones, es necesario someterlos a un tratamiento con 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, 2006).

La aplicación de los residuos de pescado como materia prima de compostaje ha sido poco estudiada, es por ello que se han realizado varios procesos de compostaje a partir de diferentes cantidades de residuos de pescado, utilizando en algunos de ellos bacterias comerciales y lombriz roja de California. Además, se determinó la calidad de las diferentes compostas obtenidas (Prado, 2007).

Los fertilizantes de residuos pesqueros son productos que se obtienen a partir de los residuos y subproductos de la industria pesquera, como el pescado y las partes no comestibles de los organismos marinos. Estos productos se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo y proporcionar nutrientes esenciales a las plantas (Herrera, 2007).

1.18 Harina de pescado

La harina de pescado es un subproducto de la industria pesquera que se ha utilizado como fertilizante en la agricultura debido a su alto contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (Yryzar, 2017).

Composición Nutricional:

Nitrógeno: Es una excelente fuente de nitrógeno orgánico, que es esencial para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo y la formación de proteínas.

Fósforo: Es fundamental para el desarrollo de raíces, la floración y la formación de frutos. El fósforo promueve la transferencia de energía en las plantas.

Calcio y Micronutrientes: Contiene calcio y micronutrientes como hierro, manganeso, zinc y cobre, que son esenciales para las funciones metabólicas en las plantas (Tejeda, 2018).

Ventajas de la Harina de Pescado como Fertilizante:

Nutrientes de Liberación Lenta: Libera nutrientes de manera gradual, lo que proporciona un suministro constante de nutrientes a las plantas a lo largo del tiempo.

Mejora la Fertilidad del Suelo: Mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que beneficia a las raíces de las plantas.

Estímulo al Desarrollo de Microorganismos: Al ser una fuente de materia orgánica, la harina de pescado fomenta la actividad microbiana beneficiosa en el suelo, lo que contribuye a la salud del suelo.

Sostenibilidad: Utilizar subproductos de la industria pesquera como fertilizante puede contribuir a la sostenibilidad al reciclar residuos y reducir la necesidad de otros fertilizantes sintéticos (Monge, 2019).

Aplicación de la Harina de Pescado:

La harina de pescado se puede aplicar al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de crecimiento de las plantas, también se puede utilizar en la preparación de compost o mezclada con otros materiales orgánicos para mejorar la calidad del compost, en algunos casos, se aplica como fertilizante líquido mediante riego o pulverización foliar.

Consideraciones y Desafíos:

La calidad y composición de la harina de pescado pueden variar, por lo que es importante conocer la fuente y realizar análisis de laboratorio para determinar su contenido nutricional.

El uso excesivo de harina de pescado puede llevar a la acumulación de nutrientes en el suelo y, en algunos casos, a la contaminación ambiental.

Es importante seguir las recomendaciones de aplicación y las regulaciones locales para evitar impactos negativos en el medio ambiente.

En resumen, la harina de pescado es una fuente de nutrientes valiosa para la agricultura que puede mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas. Sin embargo, su uso debe ser gestionado de manera adecuada y sostenible para maximizar sus beneficios y minimizar los impactos negativos (Sahagún, 2016).

1.19 Emulsión de pescado

La emulsión de pescado es un producto de origen pesquero que se utiliza como fertilizante en la agricultura y la jardinería debido a su contenido de nutrientes beneficiosos para el crecimiento

de las plantas (Santos & Carretero, 2003).

Composición Nutricional:

Nitrógeno: Es rica en nitrógeno orgánico, que es esencial para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo, la formación de proteínas y la síntesis de clorofila.

Fósforo: Macronutriente necesario para la formación de raíces, la floración y la producción de frutos. El fósforo es crucial para la transferencia de energía en las plantas.

Potasio: Puede contener potasio, que es importante para la resistencia al estrés, la regulación hídrica y la calidad de los cultivos.

Micronutrientes: Hierro, manganeso, zinc y cobre, que son esenciales para varias funciones metabólicas en las plantas.

Ventajas de la Emulsión de Pescado como Fertilizante:

Nutrientes Orgánicos: Los fertilizantes de emulsión de pescado son ricos en nutrientes orgánicos esenciales, como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, que benefician el crecimiento de las plantas y mejoran la calidad del suelo (Food and Agriculture Organization, 2021).

Libre de Síntesis Química: A diferencia de los fertilizantes químicos, la emulsión de pescado se produce a partir de productos pesqueros naturales y no implica síntesis química.

Rápida Disponibilidad: Los nutrientes en la emulsión de pescado están disponibles rápidamente para las plantas, lo que puede estimular un crecimiento más rápido y vigoroso.

Mejora la Fertilidad del Suelo: Al ser una fuente de materia orgánica, la emulsión de pescado mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes.

Aplicación de la Emulsión de Pescado:

La emulsión de pescado se puede aplicar al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de crecimiento de las plantas.

También se puede utilizar en la preparación de compost, mezclada con otros materiales orgánicos, en algunos casos, se aplica como fertilizante líquido mediante riego o pulverización foliar.

Consideraciones y Desafíos:

La calidad de la emulsión de pescado puede variar según su origen y método de producción, por lo que es importante conocer la fuente y realizar análisis de laboratorio para determinar su contenido nutricional (Sotelo, 2018).

El uso excesivo de emulsión de pescado puede llevar a la acumulación de nutrientes en el suelo y, en algunos casos, a la contaminación ambiental, en resumen, la emulsión de pescado es un fertilizante orgánico valioso que puede beneficiar la agricultura y la jardinería al proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo. Su uso adecuado y sostenible puede contribuir a prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente (Flores, 2020).

1.19 Aceite de pescado

El aceite de pescado, aunque menos común que otros productos pesqueros como la harina de pescado o la emulsión de pescado, también se ha utilizado como fertilizante en la agricultura debido a su contenido de nutrientes beneficiosos para el crecimiento de las plantas (Bustamante, 2008).

Composición Nutricional:

Ácidos Grasos Omega-3: Rico en ácidos grasos omega-3, como el Ácido Eicosapentaenoico (EPA) y el Ácido Docosahexaenoico (DHA). Estos ácidos grasos son esenciales para las plantas, ya que participan en procesos metabólicos y en la regulación del crecimiento.

Nitrógeno: Aunque en menor cantidad en comparación con otros fertilizantes, el aceite de pescado puede contener nitrógeno, un nutriente crucial para el desarrollo de las plantas.

Micronutrientes: Pueden contener trazas de micronutrientes beneficiosos, como hierro y zinc, que son esenciales para diversas funciones en las plantas (Harms, 2017)

Ventajas del Aceite de Pescado como Fertilizante:

Nutrientes Orgánicos: Al ser un producto natural, el aceite de pescado proporciona nutrientes en forma orgánica, lo que beneficia la salud del suelo y la actividad microbiana.

Fomenta la Actividad Microbiana: La presencia de ácidos grasos omega-3 puede estimular la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo, lo que mejora la salud del suelo.

Mejora la Retención de Agua: Al agregar aceite de pescado al suelo, puede aumentarse su capacidad de retención de agua, lo que beneficia a las raíces de las plantas.

Aplicación del Aceite de Pescado:

El aceite de pescado se puede aplicar al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de crecimiento de las plantas.

También puede utilizarse en la preparación de compost, mezclándolo con otros materiales orgánicos.

Agricultores diluyen el aceite de pescado en agua y lo aplican como un fertilizante líquido mediante riego o pulverización foliar.

La calidad y composición del aceite de pescado pueden variar según la fuente y el proceso de producción, por lo que es importante realizar análisis de laboratorio para determinar su contenido nutricional, se debe tener precaución al aplicar aceite de pescado, ya que su uso excesivo puede

llevar a la acumulación de nutrientes en el suelo y a posibles desequilibrios nutricionales en las plantas (Uzcal, 2014).

El aceite de pescado es un fertilizante orgánico que puede ser beneficioso para la agricultura al proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y mejorar la salud del suelo. Sin embargo, su uso adecuado y sostenible es fundamental para maximizar sus beneficios y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente (Cherrepano, 2022).

1.20 Hidrolizado de pescado

El hidrolizado de pescado es un producto de origen pesquero que se utiliza como fertilizante en la agricultura y la jardinería debido a su rico contenido en nutrientes beneficiosos para el crecimiento de las plantas (Shaviv, 2001).

Proceso de Fabricación:

El hidrolizado de pescado se produce mediante un proceso de hidrólisis enzimática o química de subproductos de pescado, como cabezas, vísceras y espinas. Este proceso descompone las proteínas y otros componentes del pescado en nutrientes más simples y asimilables por las plantas (Tariq, 2016).

Composición Nutricional:

Nitrógeno: Es una excelente fuente de nitrógeno orgánico, que es fundamental para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo, la formación de proteínas y la síntesis de clorofila.

Fósforo: Contiene fósforo, un macronutriente esencial para la formación de raíces, la floración y la producción de frutos. El fósforo es crucial para la transferencia de energía en las plantas.

Potasio: Algunos hidrolizados de pescado pueden contener potasio, que es importante para la

resistencia al estrés, la regulación hídrica y la calidad de los cultivos.

Micronutrientes: Además de los macronutrientes, el hidrolizado de pescado puede contener micronutrientes como hierro, manganeso, zinc y cobre, que son esenciales para varias funciones metabólicas en las plantas.

Ventajas del Hidrolizado de Pescado como Fertilizante:

Nutrientes de Liberación Rápida: El hidrolizado de pescado libera nutrientes rápidamente, lo que proporciona un suministro inmediato de nutrientes a las plantas.

Mejora la Fertilidad del Suelo: Al ser una fuente de materia orgánica, el hidrolizado de pescado mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes.

Fomenta la Actividad Microbiana: La presencia de materia orgánica en el hidrolizado de pescado puede estimular la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo, lo que beneficia la salud del suelo (Shawki, 2015).

Aplicación del Hidrolizado de Pescado:

El hidrolizado de pescado se puede aplicar al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de crecimiento de las plantas.

También se puede utilizar en la preparación de compost, mezclándolo con otros materiales orgánicos.

En algunos casos, se aplica como fertilizante líquido mediante riego o pulverización foliar. (Olivares, 2002).

Consideraciones y Desafíos:

La calidad y composición del hidrolizado de pescado pueden variar según la fuente y el proceso

de producción, por lo que es importante realizar análisis de laboratorio para determinar su contenido nutricional.

El hidrolizado de pescado es un fertilizante orgánico valioso que puede beneficiar la agricultura y la jardinería al proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y mejorar la salud del suelo. Es fundamental para maximizar sus beneficios y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente (Hleap, 2015).

1.21 Residuos de pescado

Residuos de pescado; Los residuos son una fuente de trabajo que ayuda de forma considerada al medio ambiente, debido que los residuos son una materia prima y son elementos que se pueden reducir, reciclar y reutilizar en nuestro día a día (Ahmed 2021).

El procedimiento de eliminación o reciclaje se refiere a artículos o sustancias que han llegado al final de su vida útil y deben ser eliminados (Afreem, 2020).

Las características químicas, microbiológicas y físicas de los residuos líquidos o sólidos de los procesos industriales no se pueden comparar con los residuos domésticos (Winarso, 2021).

Los residuos son objetos, sustancias y elementos que el productor elimina, independientemente de si se ve obligado a hacerlo o tiene la intención de hacerlo (Atfaoui, 2021).

Queda claro que hoy en día la definición de residuos sólidos debe incluir: Valorización, Disposición y Eliminación; la Valorización mediante el reúso y el reciclaje, Disposición mediante relleno sanitario y Eliminación mediante la incineración (Ndiaye, 2019).

La fuente de trabajo de un sector que aporta al medio ambiente son los residuos que vienen a ser una materia prima, nos podemos referir a los recolectores que son una fuente de energía, si hay

algo que podemos reutilizar, reducir y reciclar en nuestra vida diaria son los residuos (Afreen,2020).

Los residuos inorgánicos son los que se manejan principalmente en la acuicultura, tienen gran potencial de ser reciclados o reutilizados; de igual manera se consideran estos residuos en la acuicultura: Orgánicos, Inorgánicos, Mixtos y Peligrosos (Ndiaye, 2019).

Los Residuos de pescado hoy en día son aprovechados por técnicas de procedimiento distintas como la producción de ensilados, harina de pescado y fertilizantes (Coelho,2019).

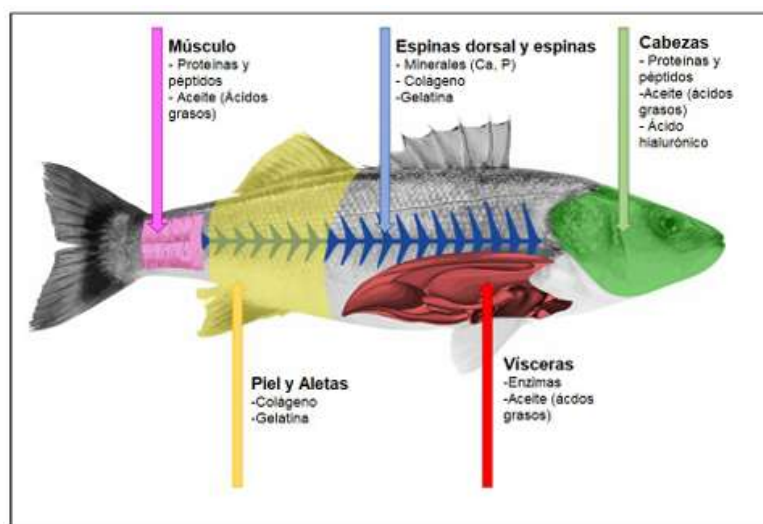
Los fertilizantes Orgánicos generan sobre el suelo efectos para renovar su fertilidad y lograr un adecuado resultado vegetal, quiere decir que tienen mayor productividad en suelos con propiedades físicas y químicas (Aster,2018).

En la gran industria de los mercados, los residuos de pescado son uno de los más conocidos que encontramos donde contienen vísceras, colas, sangre, cabezas, 7 alas del pescado, todos ellos son ricos en nitrógeno, potasio, ácido fosfórico que ayudan a crear un fertilizante rico para el suelo (Ahmed 2021).

Los productos pesqueros son empleados para lograr la mejora de la agricultura los cuáles pueden clasificarse en formas secas, líquidas, frescas o congeladas; estos se emplean también para la elaboración de piensos para mascotas o trampas (Afreen,2020).

Es el resultado de diferentes productos no deseados los cuales representan un alto valor de mercado, estás no son empleadas para el consumo, como la cabeza, la piel, las aletas y las vísceras, estos representan más del 50% de la composición total de los peces (Ramadhani, 2018).

Figura No. 2 Subproductos de pescado y su uso



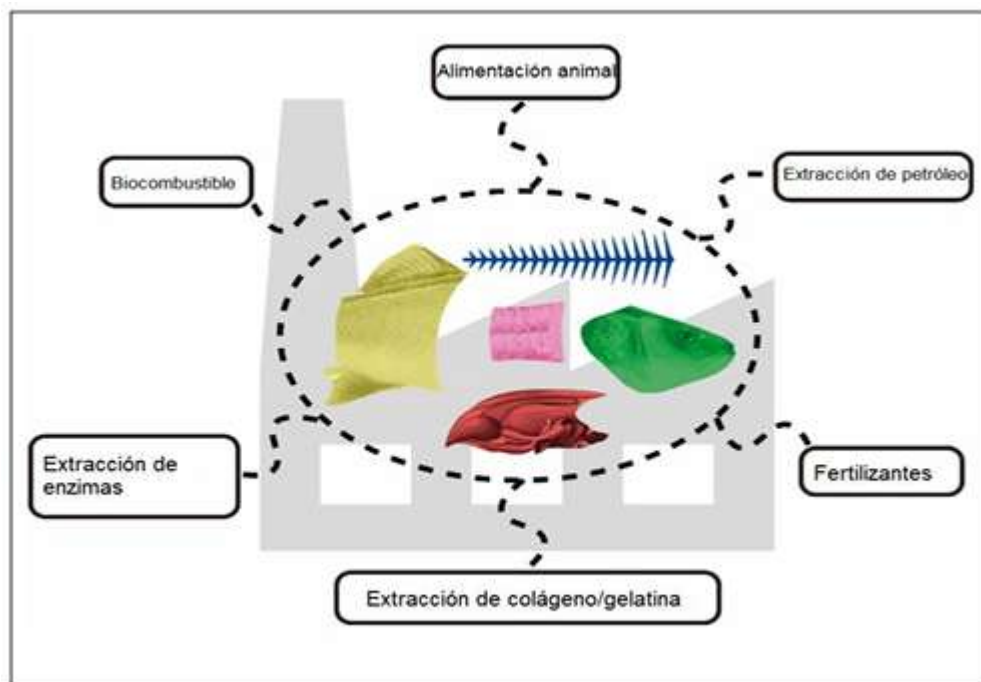
Fuente: Adaptado Iñarra (2018). Extraído el 09 de octubre del 2023, Aprovechamiento de los Residuos de Pescado para la Elaboración de Fertilizantes

La producción de nuevos productos no solo contribuye a aliviar las precauciones ambientales, sino también a aumentar los ingresos; según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) hay tres métodos que son utilizados comúnmente para procedimientos de los residuos de pescado como son la producción de aceite, harina y el uso de residuos en la fabricación de fertilizantes orgánicos este último es el procedimiento que trae más beneficios tanto ambiental como económicamente (Islam,2021).

En la figura 2 se muestran los productos potenciales para los residuos de pescado, los subproductos del pescado son utilizados para la producción de alimentos para animales; el pescado es una fuente rica en proteínas, siendo el hígado el órgano principal en el cual se acumulan los lípidos, pero también se puede encontrar subproductos como la piel o la cabeza; la fermentación de vísceras permite una recuperación de lípidos hasta el 85% del contenido total (Marti,2020).

En la figura 3 se aprecia el uso de los subproductos de pescado en la industria.

Figura No. 3 Usos de los subproductos de pescado en la industria



Fuente: Adaptado Martí (2020). Extraído el 09 de octubre del 2023, Aprovechamiento de los Residuos de Pescado para la Elaboración de Fertilizantes.

La Figura 3 ilustra el proceso de transformación de pescado en fertilizante. El proceso comienza con el uso del pescado como alimento para animales. Luego, se extraen biocombustibles a través de la transesterificación. Posteriormente, se refina el pescado para obtener petróleo. A continuación, se extraen enzimas y colágeno/gelatina. Finalmente, el residuo se convierte en fertilizante. (Fuente: Elaboración propia)

Las cabezas de pescado de atún de aleta amarilla son ricas en ácidos grasos poliinsaturados PUFA n-3, especialmente Acido Docosaheptaenoico DHA (Zhan,2021).

La forma y posición de la boca depende del tipo de alimento que ingieren y del hábitat, La cabeza de los peces usualmente es de forma piramidal y pueden tener barbas, espinas o antenas (Geetha,2021).

Huesos; Están compuestos por la espina dorsal y el cartílago, estos son fuente principal de calcio, minerales, fosfato y un promedio de 30% de proteínas (Ucak,2020).

La espina de pescado es considerada un elemento rico en fósforo y alimento abundante, siendo un subproducto rico en procesamiento de pescado, en forma de fosfato de calcio contiene el 18% de peso en fósforo (Carella,2020).

Vísceras; Las vísceras de pescado tienen un peso corporal entre el 5 y 11%; la composición química promedio es 20,4% proteína,76.6% agua y 3% de minerales (Rolewicz,2018).

En las principales cavidades de los peces las vísceras son órganos dentro de ellos se encuentra el riñón, hígado, corazón, estómago, bazo (Ahmed,2021).

El ensilaje de vísceras de pescado es una alternativa de conservación de los subproductos de pescado, a pesar q las vísceras de pescados son residuos complejos, se puede tratar mediante una combinación de procesos biológicos y fisicoquímicos (Uçak,2020).

El ensilaje químico es una alternativa ambiental y económicamente viable en el aprovechamiento de vísceras producidas en las industrias piscícolas (Camaño,2021).

Los riñones se desarrollan en dos etapas, el pronefros y el mesonefros, la función exocrina es la producción de orina y hormonas en los macrófagos del melanoma del bazo de la cámara del pez, que dependiendo de la especie pueden organizarse en grupos o distribuirse más libremente en la masa blanca, actúan como "depósito" de diversos tipos de materiales rechazados, lo que ha sido respaldado por varios estudios sobre estudios de retención de antígenos (Olaf, 2021).

Así como genera problemas de contaminación los residuos de vísceras de pescado también son favorables para la elaboración de ensilados biológicos de pescado ya que las vísceras son ricas en fósforo, nitrógeno, minerales, omegas y otros nutrientes favorables para fertilizantes agrícolas (Ahmed,2021).

Las vísceras de pescado no solo son un componente rico para fertilizantes agrícolas, sino que son fuentes de proteínas de alto valor biológico que a su vez aportan minerales y vitaminas como

hierro, magnesio, yodo, potasio, fósforo y el cloro (Camaño,2021).

Aletas; Los peces encuentran el equilibrio mientras nadan con la ayuda de sus aletas, los peces sin aletas realizan sus movimientos utilizando los músculos (Geetha,2021).

La ubicación, los tipos y tamaños de las aletas dependen de la actividad de la especie de pez; Todas las aletas, excepto la adiposa, están unidas al cuerpo como una vara (Tiwow, 2020).

Los peces cartilaginosos tienen aletas rígidas que se convertirían en tiburones y rayas, pero los peces óseos tienen aletas bifurcadas. , segmentado y flexible. Vienen en dos formas: pares e impares; las aletas emparejadas se ubican en el pecho y el vientre y se ubican a los lados, se consideran timones que controlan la dirección del pez, las aletas impares se utilizan para la estabilidad y se ubican en el vientre y la espalda (Bhaskoro, 2020).

1.22 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel internacional

El proyecto europeo «Producing Advanced Bio-based Fertilizers from Fisheries wastes» (SEA2LAND) tiene como objetivo ofrecer soluciones para producir fertilizantes de base biológica a partir de subproductos del procesamiento del pescado y la acuicultura (Neiker, 2020).

Cada año, la industria pesquera mundial genera más de 20 millones de toneladas de subproductos que, mayoritariamente, no son aprovechados. Una vez procesadas las capturas de pesca marina, el 25% del total se acaba descartando como residuos, incluyendo especies que no se buscaban u otros restos del procesamiento industrial del pescado.

En la Unión Europea estos residuos representan un total de 5,2 millones de toneladas anuales. Estos residuos contienen minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, cobre o zinc, además de vitaminas y otros compuestos, que se podrían recuperar y utilizar para la producción agrícola (SEA2LNADPROJECT EU, 2020).

Por otra parte, actualmente, alrededor del 80% del consumo de fertilizantes en Europa proviene de fuentes fósiles y procesos industriales que requieren grandes cantidades de energía, o bien de

fuentes no renovables como el fósforo, elemento clave para la agricultura y clasificado como material crítico por la Unión Europea.

Paradójicamente, la agricultura europea depende en gran medida de fuentes externas para el suministro de estos fertilizantes, mientras que al mismo tiempo se vierten al medio ambiente grandes cantidades de minerales a través de diversos flujos de residuos orgánicos entre los que se encuentran los mencionados residuos de la industria pesquera. El aprovechamiento de estos residuos permitiría recuperar 1,8 millones de toneladas de nitrógeno para la agricultura.

En este contexto, el proyecto SEA2LAND, financiado por el programa europeo H2020 y con un presupuesto total de 8,8 millones de euros, pretende aportar soluciones que ayuden a superar los retos relacionados con la producción de alimentos, el cambio climático y la reutilización de residuos mediante el uso de estos flujos de residuos orgánicos. Para ello, el proyecto trabajará en la mejora y adaptación de las tecnologías de recuperación de nutrientes para producir fertilizantes de base biológica a partir de subproductos de la transformación del pescado y la acuicultura (SEA2LNADPROJECT EU, 2020).

SEA2LAND encaja dentro de la estrategia europea que impulsa la bioeconomía -economía basada en recursos biológicos- como el modelo económico del futuro. Se enmarca también dentro de la estrategia del Gobierno Vasco de promover la transición hacia la bioeconomía.

La bioeconomía se basa en el uso de recursos biológicos renovables e intenta cambiar el modelo económico tradicional por otro que asegure el suministro de bienes, pero también la conservación de los recursos naturales. Dentro de esta filosofía se encuentra como una de las medidas fundamentales el aprovechamiento de todos los productos generados en los sistemas productivos haciendo desaparecer de nuestras vidas, en la medida de lo posible, el concepto de ‘residuo’ que pasa a ser una nueva materia prima.

SEA2LAND optimizará tecnologías, algunas de ellas combinadas (compostaje avanzado, biosecado, concentración y extracción por congelación, producción de algas, pirólisis, tecnología de membranas, extracción de quitina, fraccionamiento termo mecánico, hidrólisis enzimática...) que generarán fertilizantes de base biológica y a medida, tanto para los cultivos y condiciones locales como para la exportación (AZTI, 2023).

La base del proyecto es la producción regional de biofertilizantes en un marco local y circular mediante el desarrollo de plantas piloto de demostración que puedan ser replicadas en toda Europa. El proyecto propone la aplicación de más de 10 tecnologías en 7 casos de estudio en 6 zonas representativas del sector pesquero (Norte, Báltico, Atlántico, Cantábrico, Mediterráneo y Adriático).

El proyecto SEA2LAND es una Acción de Innovación (IA) colaborativa de 4 años financiada con 7,7 millones de € por la UE en el marco del programa Horizonte 2020 en la convocatoria H2020-RUR-2020-1. SEA2LAND ha comenzado en enero de 2021 y la primera reunión de coordinación se ha celebrado del 27 al 28 de enero.

El proyecto SEA2LAND está coordinado por el centro tecnológico NEIKER y cuenta con otros 25 socios de 11 países diferentes: Universite de Liege , Fibl Europe – Forschungsinstitut für Biologischen Landbau en Europa y Universiteit Gent de Bélgica; IPS Konzalting Doo Za Poslovne Usluge de Croacia; Nutriloop OÜ y Eesti Taimeteaduslik Instituut de Estonia; Center Regional D’Innovation et de Transfert de Technologie Agroressources, Institut National Polytechnique de Toulouse y Chambre D’Agriculture des Pyrenees Atlantiques de Francia; Università Politecnica delle Marche, Università degli Studi di Milano y Società Cooperativa Pescatori Molluschicoltori de Italia; Aquabiotech Limited de Malta; Grønn Gjødning AS, Norsk institutt for bioøkonomi y Norsk Landbruksrådgiving Nord Norge de Noruega; Instituto de Soldadura e Qualidade de Portugal; Barna S.A., Caviar Pirineo SL, AZTI, Fundació Universitaria Balmes, Fertinagro Biotech SL, Iniciativas Innovadoras Sal de España; Forschungsinstitut für Biologischen Landbau Stiftung de Suiza y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (AZTI, 2023).

1.23 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel internacional

Los fertilizantes de residuos de pescado son un tipo de fertilizante orgánico que se produce a

partir de residuos de la industria pesquera, como vísceras, escamas y cabezas de pescado. Estos residuos son ricos en nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas (González, 2022).

A nivel internacional, existen varios tipos de fertilizantes de residuos de pescado. Los más comunes son:

Hidrolizado de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante un proceso de hidrólisis, que es la descomposición de las proteínas en aminoácidos. Los aminoácidos son nutrientes fácilmente absorbibles por las plantas.

Compost de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante un proceso de compostaje, que es la descomposición de los residuos de pescado en presencia de oxígeno. El compost de pescado es rico en nutrientes y materia orgánica, que mejoran la estructura del suelo.

Fermentado de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante un proceso de fermentación, que es la descomposición de los residuos de pescado en presencia de bacterias. El fermentado de pescado es rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para las plantas.

Los fertilizantes de residuos de pescado se utilizan en una variedad de cultivos, como frutas, verduras, cereales y flores. Estos fertilizantes son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que son biodegradables y no contaminan el medio ambiente (El-Kholy, 2021).

Algunos ejemplos de empresas que producen fertilizantes de residuos de pescado a nivel internacional son:

BioFish: Esta empresa española produce un hidrolizado de pescado que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Fishmeal International Corp.: Esta empresa peruana produce un compost de pescado que es rico en materia orgánica.

Aquaculture Waste to Nutrients (AWTN): Esta empresa canadiense produce un fermentado de pescado que es rico en microorganismos beneficiosos.

El mercado de fertilizantes de residuos de pescado está creciendo a nivel mundial. Este crecimiento se debe a una serie de factores, como la creciente demanda de alimentos, la creciente preocupación por el medio ambiente y la disponibilidad de residuos de la industria pesquera (Khan, 2021).

1.24 Principales países utilizan este fertilizante de residuos pesqueros

Los principales países en usar fertilizantes de residuos pesqueros son los que tienen una industria pesquera importante. Estos países incluyen:

China: China es el principal productor de pescado del mundo, y también es un importante consumidor de fertilizantes de residuos pesqueros.

Indonesia: Indonesia es el segundo productor de pescado del mundo, y también es un importante consumidor de fertilizantes de residuos pesqueros.

Perú: Perú es un importante productor de pescado, y también está desarrollando una industria de fertilizantes de residuos pesqueros.

Noruega: Noruega es un importante productor de pescado, y también está desarrollando una industria de fertilizantes de residuos pesqueros.

Chile: Chile es un importante productor de pescado, y también está desarrollando una industria de fertilizantes de residuos pesqueros. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023)

En estos países, los fertilizantes de residuos pesqueros se utilizan en una variedad de cultivos, como frutas, verduras, cereales y flores. Estos fertilizantes son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que son biodegradables y no contaminan el medio ambiente.

En los últimos años, el mercado de fertilizantes de residuos pesqueros está creciendo a nivel mundial. Este crecimiento se debe a una serie de factores, como la creciente demanda de alimentos, la creciente preocupación por el medio ambiente y la disponibilidad de residuos de la industria pesquera. (International Fertilizer Development Center, 2020)

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción mundial de fertilizantes de residuos pesqueros se estima en 1,5 millones de toneladas métricas en 2023. Se espera que esta cifra aumente a 2,5 millones de toneladas métricas en 2030. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023)

1.25 Fertilizantes de residuos pesqueros a nivel nacional

En México, las primeras plantas de compostaje se construyeron a principios de 1970, generando grandes expectativas ya que se esperaba recuperar los residuos sólidos como materia prima para la industria del reciclaje, aumentar la vida útil de los sitios de disposición final y mejorar la calidad de vida de los pepenadores. Para poder lograr estos objetivos, los gobiernos involucrados invirtieron económicamente para acondicionar los sitios de operación, adquirir equipo necesario y capacitar personal. Actualmente, en la Ciudad de México operan dos grandes plantas tratadoras de residuos sólidos urbanos, enfocadas además a fines educativos; así como siete pequeñas plantas localizadas en Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, Jiutepec, Querétaro y Jalapa (Rodríguez 2006).

En México existen dos documentos que regulan la calidad del compost y humus generado a partir del proceso de compostaje. La norma técnica ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006 fue elaborada para poder manejar y reducir adecuadamente la cantidad de residuos generados, principalmente los domésticos, buscando poder crear mejoradores de suelos completamente orgánicos a partir del proceso de compostaje (NTEA, 2006).

La Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007 define el abono orgánico obtenido por medio

del proceso de compostaje, enriquecido con la materia orgánica producida por las lombrices; además establece los métodos de evaluación de distintos parámetros físico-químicos para la calidad final del producto (humus) que se comercializa en territorio nacional (NMX, 2007).

1.26 Fertilizantes de residuos pesqueros utilizados en México

En México, los fertilizantes de residuos pesqueros se producen a nivel nacional a partir de diferentes tipos de residuos, como cabezas, espinas, vísceras, agallas, músculo oscuro, aletas y piel. Estos residuos son ricos en nutrientes, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro, que son esenciales para el crecimiento de las plantas (García, 2022).

Los principales tipos de fertilizantes de residuos pesqueros producidos en México son:

Compost de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante un proceso de descomposición aeróbica de los residuos de pescado. El compost de pescado es un producto estable y de liberación lenta que proporciona nutrientes a las plantas durante un período prolongado de tiempo.

Aceite de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante un proceso de fermentación anaeróbica de los residuos de pescado. El ensilado de pescado es un producto más concentrado que el compost de pescado y proporciona nutrientes a las plantas de forma más rápida.

Hidrolizado de pescado: Este tipo de fertilizante se produce mediante la extracción de los nutrientes de los residuos de pescado con agua. El líquido de pescado es un producto líquido (Mendoza, 2022).

Los fertilizantes de residuos pesqueros se utilizan en diferentes estados de la República Mexicana, principalmente en aquellos con una importante actividad pesquera o acuícola.

Sinaloa: Este estado es uno de los principales productores de pescado en México. La empresa Piscatus Biofertilizante, ubicada en Culiacán, Sinaloa, produce compost de pescado a partir

de residuos de pescado de la industria pesquera.

Guerrero: Este estado también es un importante productor de pescado. La empresa Eco fertilizante, ubicada en Acapulco, Guerrero, produce ensilado de pescado a partir de residuos de pescado de la industria acuícola.

Nayarit: Este estado es un importante productor de camarón. La empresa Bioabono, ubicada en Tepic, Nayarit, produce líquido de pescado a partir de residuos de pescado de la industria pesquera.

Además de estos estados, los fertilizantes de residuos pesqueros también se utilizan en otros estados, como Sonora, Baja California Sur, Jalisco y Yucatán (Morales, 2020).

Sonora: En la comunidad de Guaymas, Sonora, estos residuos son comunes, ya que la pesca es una de las actividades económicas más importantes. La aplicación de los residuos de pescado como materia prima de compostaje ha sido poco estudiada, es por ello que se realizaron varios procesos de 2 compostaje a partir de diferentes cantidades de residuos de pescado, utilizando en algunos de ellos bacterias comerciales y lombriz roja de California. Además, se determinó la calidad de las diferentes compostas obtenidas.

La generación de residuos, es consecuencia de las distintas actividades realizadas en la sociedad y su manejo es un problema de difícil solución, ya que involucra aspectos institucionales, económicos, tecnológicos, ambientales, territoriales, sociales, políticos y culturales. Además, la problemática aumenta con el índice de crecimiento, patrones de producción y consumo, las características geográficas, la distribución de la población, las deficiencias institucionales, y la falta de leyes o reglamentos en materia de fiscalización y gestión (Torres, 2011).

El manejo adecuado de los residuos se puede llevar a cabo mediante el barrido, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento (compostaje, reciclaje, incineración, mecánico biológico, etc.) y la disposición final (Rh Auditoría y Gestión Ambiental, 2005).

La gestión o manejo de los residuos sólidos urbanos en México, recae generalmente en las

autoridades locales, mediante el servicio de limpia y recolección de basura, ya que es considerado un servicio público y forma parte de aquellas actividades organizadas que se realizan conforme a las leyes o reglamentos vigentes, con el fin de satisfacer de manera continua, uniforme, regular y permanente necesidades de carácter colectivo y cuya prestación es de carácter público (Grazalezma & Torres, 2011).

En el municipio de Guaymas, Sonora, se generan aproximadamente 130 toneladas diarias de residuos sólidos, los cuales se descargan (sin ser separados o reciclados previamente) en el relleno sanitario de la misma empresa que el ayuntamiento tiene contratada 5 para realizar el servicio de recolección, generándole al municipio, un gasto económico de 2 millones 400 mil pesos mensuales (Ojeda, 2014).

En el 2005, Rh Auditoría y Gestión Ambiental, realizaron un estudio en Guaymas, Sonora sobre la recolección y manejo de los residuos sólidos generados en el puerto (generación, composición y peso). Éste se llevó a cabo durante ocho días consecutivos en 300-500 viviendas, considerando el estrato socioeconómico y las fuentes generadoras.

Los resultados obtenidos, indicaron que se generan al día 0.8608 kg/persona, por lo que el municipio genera diariamente 130 toneladas, ya que tiene un total de 150,000 habitantes (INEGI, 2010). Además, se estimó que un 69% de los residuos son de origen orgánico, por lo que se recomendó ampliamente la separación de los mismos desde su origen.

El reporte generado por este estudio fue entregado a la empresa que realiza el servicio de recolección de basura (Promotora Ambiental S.A.), sin embargo, estas recomendaciones no han sido escuchadas y hasta la fecha no existe un programa de separación o proceso de composteo de los residuos orgánicos generados en el municipio de Guaymas (Rh-Auditoría-y-Gestión Ambiental, 2005).

En cuanto a la industria de la pesca, en el año 2011, el volumen de producción a nivel nacional registrado asciende a 1'660 000 toneladas en peso vivo desembarcado. Siendo Sonora y Sinaloa, las entidades con mayor producción pesquera con una participación del 37% y 20% respectivamente, seguidas por Baja California Sur con un 9% y Baja California con un 8%. La

producción promedio de pesca en los últimos diez años es de 1.4 millones de toneladas, siendo los años de 2002, 2003, 2007, 2010 y 2011 donde se han registrado las mayores producciones de captura. Durante el periodo de 2008 y 2009, se reportaron capturas históricas del orden de las 1'745 mil y 1'768 mil toneladas respectivamente, lo cual se debió a la alta producción de sardina (Comisión Nacional de la Pesca, CONAPESCA, 2011).

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 & Kassaveti, 2008).

De acuerdo a Food and Agriculture Organization 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.

Dependiendo de la temporada, algunas de las plantas procesadoras situadas en el municipio de Guaymas, pueden llegar a generar dos o más toneladas de residuos pesqueros. Estos residuos, además de la contaminación que ocasionan en la zona y área circundante donde se generan, también pueden alterar ampliamente las zonas costeras, ya que se incrementa el contenido de nutrientes, grasas, aceites y microorganismos, reduciendo la biomasa, la densidad y diversidad de bentos, plancton y necton, provocando cambios en las cadenas alimenticias naturales (Kassaveti, 2008).

En la industria de la pesca, parte de los residuos generados son utilizados para diferentes fines; uno de ellos es la producción de harina de pescado, la cual se usa para la alimentación animal. El ensilado de pescado es otra alternativa que tiene amplias posibilidades de desarrollo, ya que no requiere maquinaria ni instalaciones especiales. A partir de este proceso, se obtiene un alimento para consumo animal que aporta niveles vitamínicos altos, sin embargo, un alimento para consumo animal con niveles vitamínicos altos, que hasta el momento no ha tenido una gran difusión (Pravia, 1999).

Una tercera alternativa muy poco explorada, es el compostaje, el cual es relativamente reciente en este tipo de residuo y que, si se realiza de una manera adecuada, resuelve el problema que

generan estos residuos, obteniéndose un producto de calidad para ser usado como abono orgánico (Carney,2000).

También es reconocido que los residuos de pescados contienen macro y micronutrientes, especialmente altos niveles de nitrógeno y fósforo, así como bajo contenido de metales 7 pesados, lo cual favorece su uso como fertilizante en la agricultura y suelos en general (Marcet,2010).

1.27 Fertilizantes de residuos pesqueros en Veracruz

Los fertilizantes de residuos pesqueros son una alternativa sostenible para la fertilización de los cultivos. Estos fertilizantes se producen a partir de residuos de la industria pesquera, como escamas, cabezas, vísceras y huesos. Estos residuos son ricos en nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas.

En el estado de Veracruz, los fertilizantes de residuos pesqueros se utilizan en una variedad de cultivos, como el maíz, el frijol, el tomate y el chile. Estos fertilizantes se utilizan para mejorar la productividad de los cultivos y reducir la dependencia de los fertilizantes químicos (González, 2022).

Los beneficios de los fertilizantes de residuos pesqueros incluyen:

Son una fuente de nutrientes natural y renovable.

Mejoran la productividad de los cultivos.

Reducen la dependencia de los fertilizantes químicos.

Son una forma de reducir la contaminación ambiental.

Los desafíos del uso de fertilizantes de residuos pesqueros incluyen:

La disponibilidad de residuos pesqueros.

El costo de procesamiento de los residuos.

El riesgo de contaminación (Cisneros, 2021).

A pesar de los desafíos, los fertilizantes de residuos pesqueros son una alternativa prometedora para la fertilización de los cultivos. Estos fertilizantes tienen el potencial de mejorar la productividad de los cultivos, reducir la dependencia de los fertilizantes químicos y contribuir a la sostenibilidad ambiental (Hernández, 2020).

Algunos ejemplos de uso de fertilizantes de residuos pesqueros en el estado de Veracruz incluyen:

En el municipio de Alvarado, se utiliza un biodigestor para producir fertilizante a partir de residuos de camarón. Este fertilizante se utiliza para cultivar maíz y frijol.

En el municipio de Coatzacoalcos, se utiliza un molino para producir harina de pescado, que se utiliza como fertilizante para tomate y chile.

En el municipio de Veracruz, se utiliza un compostador para producir compost a partir de residuos de pescado. Este compost se utiliza para cultivar una variedad de cultivos.

El uso de fertilizantes de residuos pesqueros en el estado de Veracruz está en aumento. A medida que se desarrollen nuevas tecnologías para el procesamiento de residuos pesqueros, se espera que este uso aumente aún más (Pérez, 2020).

1.28 Residuos pesqueros en Veracruz

La industria pesquera es una actividad importante en el estado de Veracruz, México. En 2022, la producción pesquera en Veracruz fue de 1.2 millones de toneladas, lo que representa el 13% de la producción pesquera nacional.

La producción pesquera genera una gran cantidad de residuos, que incluyen escamas, cabezas,

vísceras y huesos. Estos residuos representan un problema ambiental, ya que pueden contaminar el agua y el suelo (Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Estado de Veracruz. Veracruz, México,2023).

En Veracruz, se han implementado algunas medidas para reducir la contaminación por residuos pesqueros. Estas medidas incluyen:

La construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

La implementación de programas de reciclaje de residuos pesqueros.

La promoción del uso de fertilizantes de residuos pesqueros.

Los fertilizantes de residuos pesqueros son una forma de aprovechar los residuos de la industria pesquera. Estos fertilizantes son ricos en nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas.

El uso de fertilizantes de residuos pesqueros tiene varios beneficios, entre los que se incluyen:

Reduce la contaminación ambiental.

Mejora la productividad de los cultivos.

Reduce la dependencia de los fertilizantes químicos.

En Veracruz, el uso de fertilizantes de residuos pesqueros está en aumento. En 2022, se estima que se utilizaron alrededor de 10,000 toneladas de fertilizantes de residuos pesqueros en el estado (Comisión Nacional del Agua, CONAGUA,2023).

1.29 Localidades que utilizan fertilizantes de residuos pesqueros

En Veracruz, México, el uso de fertilizantes derivados de residuos de pesca es significativo y beneficioso para la agricultura y la economía local.

Veracruz es un estado costero con una actividad pesquera importante que genera cantidades importantes de residuos de pescado y otros subproductos de la pesca que pueden utilizarse como

fertilizante. Aquí hay información sobre el uso de fertilizantes de residuos de peces en Veracruz: Pesca: Veracruz es conocido como uno de los estados pesqueros más importantes de México, con una amplia variedad de especies capturadas en sus aguas costeras. Esta actividad genera grandes cantidades de subproductos y residuos del pescado (Food and Agriculture Organization, 2017).

Fertilización agrícola: Los residuos de pesca, como la harina de pescado y otros residuos de pescado, se utilizan para fertilizar tierras agrícolas en Veracruz. Estos subproductos son ricos en nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, que son esenciales para el crecimiento de los cultivos. Su uso en el campo ayuda a mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos.

Beneficios agrícolas: El uso de fertilizantes derivados de peces en la agricultura de Veracruz puede mejorar la fertilidad del suelo, aumentar los rendimientos y reducir la dependencia de fertilizantes químicos importados, lo que puede beneficiar tanto a los agricultores como al medio ambiente.

Desarrollo local: esta práctica también tiene un efecto positivo en la economía local, porque promueve el uso de recursos locales y puede crear empleos en la cadena de producción y distribución de estos fertilizantes.

Regulación y control de calidad: Es importante enfatizar que el uso de fertilizantes de residuos de pescado debe regularse para garantizar la calidad y seguridad de los productos agrícolas. Es necesario desarrollar normas para prevenir la aparición de contaminantes y garantizar la seguridad de los fertilizantes para la salud humana y el medio ambiente (Avalos, 2021).

En conclusión, en Veracruz, como en otras regiones costeras de México, el uso de fertilizantes provenientes de residuos pesqueros es una práctica importante que aprovecha subproductos de la industria pesquera para mejorar la productividad agrícola y promover la sustentabilidad. Sin embargo, es importante que esta práctica se realice de manera responsable y de acuerdo con la normativa pertinente, para que se aseguren sus beneficios sin causar consecuencias negativas.

Algunos ejemplos de uso de fertilizantes de residuos pesqueros en Veracruz incluyen:

En el municipio de Alvarado, se utiliza un biodigestor para producir fertilizante a partir de residuos de camarón. Este fertilizante se utiliza para cultivar maíz y frijol.

En el municipio de Coatzacoalcos, se utiliza un molino para producir harina de pescado, que se utiliza como fertilizante para tomate y chile.

En el municipio de Veracruz, se utiliza un compostador para producir compost a partir de residuos de pescado. Este compost se utiliza para cultivar una variedad de cultivos.

El uso de fertilizantes de residuos pesqueros es una alternativa prometedora para la gestión de los residuos de la industria pesquera. Estos fertilizantes tienen el potencial de reducir la contaminación ambiental, mejorar la productividad de los cultivos y contribuir a la sostenibilidad ambiental (Martínez, 2020).

1.30 Fertilizantes de residuos pesqueros a Tuxpan, Veracruz

La ciudad de Tuxpan, Veracruz, México, es un importante centro pesquero; En 2022, el puerto de Tuxpan fue el sexto puerto pesquero más importante de México, con un volumen de captura de 133,8 millones de toneladas.

Los residuos pesqueros son un problema importante en Tuxpan. Estos residuos incluyen vísceras, escamas, cabezas de pescado y otros residuos que se producen durante el procesamiento del pescado. Los residuos pesqueros pueden contaminar el agua y el suelo, y también pueden atraer plagas y enfermedades (González, 2023).

En los últimos años, se han realizado esfuerzos para reducir la cantidad de residuos pesqueros en Tuxpan. Estos esfuerzos incluyen:

- La construcción de plantas de tratamiento de residuos pesqueros.

- La promoción del compostaje de residuos pesqueros.

La educación sobre la gestión adecuada de los residuos pesqueros.

Sin embargo, aún queda mucho por hacer para abordar el problema de los residuos pesqueros en Tuxpan.

Algunos de los impactos ambientales de los residuos pesqueros en Tuxpan incluyen:

Contaminación del agua: Los residuos pesqueros pueden contaminar el agua con nutrientes, metales pesados y otros contaminantes. Esto puede dañar los ecosistemas acuáticos y perjudicar la salud humana.

Contaminación del suelo: Los residuos pesqueros pueden contaminar el suelo con nutrientes, metales pesados y otros contaminantes. Esto puede afectar el crecimiento de las plantas y la calidad del agua subterránea.

Atractivo para plagas y enfermedades: Los residuos pesqueros pueden atraer plagas y enfermedades, lo que puede dañar los cultivos y la salud humana.

Los residuos pesqueros también pueden tener un impacto económico negativo en Tuxpan.

Los residuos pesqueros pueden reducir el atractivo turístico de la ciudad y dificultar el desarrollo de nuevas industrias (Chávez, 2022).

Algunas de las medidas que se pueden tomar para reducir los impactos ambientales de los residuos pesqueros en Tuxpan incluyen:

La construcción de plantas de tratamiento de residuos pesqueros:

Las plantas de tratamiento de residuos pesqueros pueden eliminar los contaminantes de los residuos pesqueros antes de que se liberen al medio ambiente.

La promoción del compostaje de residuos pesqueros: El compostaje de residuos pesqueros puede convertir los residuos en un fertilizante orgánico que puede utilizarse en la agricultura.

La educación sobre la gestión adecuada de los residuos pesqueros: La educación sobre la gestión adecuada de los residuos pesqueros puede ayudar a las personas a comprender la importancia de la reducción y el reciclaje de los residuos pesqueros.

La reducción de los residuos pesqueros es una tarea importante para proteger el medio ambiente y la salud humana en Tuxpan (González, 2021).

1.31 Fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan

Los fertilizantes de residuos pesqueros son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que son biodegradables y no contaminan el medio ambiente. En Tuxpan, Veracruz, México, los residuos pesqueros son un problema importante, y el uso de fertilizantes de residuos pesqueros es una posible solución para reducir los impactos ambientales de estos residuos.

En un estudio publicado en 2023, investigadores de la Universidad Veracruzana evaluaron el potencial de los fertilizantes de residuos pesqueros para la agricultura en Tuxpan. El estudio encontró que los fertilizantes de residuos pesqueros son una fuente rica de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Los fertilizantes de residuos pesqueros también mejoraron la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos (García, 2023).

Los investigadores del estudio recomendaron que se implemente un programa de compostaje de residuos pesqueros en Tuxpan. El compostaje es un proceso natural que transforma los residuos orgánicos en un fertilizante rico en nutrientes. El compostaje de residuos pesqueros sería una forma sostenible de reducir la cantidad de residuos pesqueros que se liberan al medio ambiente, y también sería una fuente de fertilizantes orgánicos para la agricultura.

Además del compostaje, también se podrían utilizar otros métodos para producir fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan. Por ejemplo, los residuos pesqueros podrían utilizarse

para producir biogás, que es un combustible renovable. El biogás podría utilizarse para generar electricidad o calefacción, lo que también ayudaría a reducir la cantidad de residuos pesqueros que se liberan al medio ambiente (González & Chávez, 2022).

El uso de fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan es una oportunidad para reducir los impactos ambientales de la industria pesquera y mejorar la sostenibilidad de la agricultura en la región. Con el apoyo de los gobiernos locales y las empresas privadas, se podrían implementar programas de compostaje y otros métodos para producir fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan.

Beneficios potenciales del uso de fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan:

Reducción de los impactos ambientales de los residuos pesqueros: Los fertilizantes de residuos pesqueros son biodegradables y no contaminan el medio ambiente.

Mejora de la calidad del suelo: Los fertilizantes de residuos pesqueros mejoran la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos.

Producción de fertilizantes orgánicos: Los fertilizantes de residuos pesqueros son una fuente de fertilizantes orgánicos para la agricultura.

El uso de fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan es una oportunidad para mejorar la sostenibilidad de la industria pesquera y la agricultura en la región (Espinosa, 2021).

Capítulo 2: Marco teórico

2.1 Origen del desarrollo sustentable

La concepción de desarrollo sostenible surgió debido a la necesidad de implementar modificaciones en el sistema económico actual, el cual se basaba en la maximización de la producción, el consumo desmedido, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único indicador de éxito económico. Desde la década de los sesenta, diversos foros

internacionales han abordado estos temas, resaltando los problemas ecológicos derivados del modelo de desarrollo económico predominante y proponiendo la integración de las necesidades ambientales en dicho modelo de crecimiento (Larrouyet, 2015).

El concepto de desarrollo sustentable ha introducido una perspectiva aparentemente innovadora para la humanidad en este nuevo siglo; ya que aboga por la protección del medio ambiente, así como por la equidad social tanto en el presente como en el futuro.

El desarrollo sustentable no pone a debate ni discute sobre sistemas políticos ni económicos, sino que, a partir del medio ambiente, postula un cambio social pacífico y gradual, que de manera organizada y planificada modifique nuestra relación con la naturaleza, con nosotros mismos y con la sociedad.

De esta manera, el desarrollo sustentable ha ganado amplia aceptación debido a que en su discurso presenta puntos centrales de consenso que resultan difíciles de rechazar. Sin embargo, esta aceptación se debe en gran medida a una razón simple: la falta de un análisis detallado hace evidente que la definición es demasiado amplia para ser aplicada de manera práctica.

Aunque el concepto es aceptado como una propuesta social, su implementación en procesos de trabajo específicos no resulta sencilla. No obstante, es precisamente esta amplitud la que permite que surjan diversas interpretaciones en torno a la sustentabilidad (Treño, 2003).

Cuando se habla de desarrollo sustentable inevitablemente se está abordando un tema de gran amplitud ya que de la forma como es considerado se establece que está dirigido a responder a una gran diversidad de componentes que interactúan entre sí que según la teoría de los sistemas complejos analizado por, dichos sistemas consideran muchos componentes y a su vez muchas relaciones, de allí, que su estudio y su éxito no sea una tarea fácil (Tarride, 1995).

Por otra parte, si se observa al concepto con una visión menos simplista en la medida que solo considera la interacción de componentes y la multiplicidad de estos, el desarrollo sostenible, tiene una connotación política, social, económica y ecológica que establece la interacción de los mismos de manera tal que dicha interacción se dé de manera equilibrada (López, 2005).

No obstante, en términos prácticos dicho funcionamiento se ha desarrollado con ciertas debilidades que no han permitido su aplicación en toda su extensión; el desarrollo sostenible se enmarca dentro de una visión “prometeica” que ha desdibujado los alcances normativos en los que se enmarca el concepto y que ha sido uno de los factores que ha ocasionado la poca credibilidad del mismo en la comunidad científica (Arribas, 2007).

2.2 Definición de sustentabilidad

El término "desarrollo sostenible" se refiere a un modelo de desarrollo económico y social que se basa en el uso planificado y a largo plazo de los recursos naturales, con la premisa fundamental de que la satisfacción de las necesidades actuales no debe comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta idea fue presentada por primera vez en el informe "Nuestro Futuro Común" durante la Cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro en 1992. Esta perspectiva contrasta con el modelo predominante de desarrollo globalizado actual, ya que reconoce que el progreso social en el modelo convencional de desarrollo conlleva un costo significativo debido a los impactos ambientales negativos que dicho modelo está generando (Harlem, 1984).

Existen diferentes enfoques para definir la sustentabilidad, la definición adoptada por la World Commission on Environment and Development y formulada en 1987 en el mismo informe Brundtland, “Our Common Future” es la siguiente: “El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras”(Responsabilidad social, empresarial y sustentabilidad, 2021).

El concepto de sustentabilidad se fundamenta en la evaluación de la capacidad productiva de un ecosistema, que permite satisfacer de manera adecuada las necesidades económicas, materiales y de servicios de las comunidades o grupos que dependen de la explotación de recursos naturales, a través de empresas que siguen un código ético y un plan de acción con objetivos claros orientados hacia el bienestar, donde se considera la dignidad tanto de las personas como de los recursos

naturales (Sánchez, 2019).

La sustentabilidad se presenta como un debate sobre el estilo de vida. Si esto es verdadero, entonces legisladores, urbanistas, arquitectos y otros han estado discutiendo sobre la sustentabilidad y el concepto relacionado con el desarrollo sustentable durante siglos. Sin embargo, el término en sí, en el contexto en el que se utiliza hoy en día, puede remontarse a un informe publicado por el Club de Roma en 1972, titulado "Los límites del crecimiento". En este informe, los autores llegaron a la conclusión de que "si las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación, producción de alimentos y agotamiento de los recursos continúan sin cambios, los límites del crecimiento en este planeta se alcanzarán en algún momento dentro de los próximos cien años" (Neuman, 2005).

2.3.1 Tipos de sustentabilidad

La sustentabilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Hay varios tipos de sustentabilidad que se centran en diferentes aspectos del desarrollo humano y la preservación del medio ambiente. La sustentabilidad ambiental se enfoca en la conservación y protección del medio ambiente, incluyendo la biodiversidad, la calidad del aire y del agua, la gestión de residuos y la mitigación del cambio climático. La sustentabilidad social se centra en garantizar la equidad y la justicia social, promoviendo el acceso igualitario a recursos y oportunidades, así como el respeto a los derechos humanos y la diversidad cultural. La sustentabilidad económica se trata de la gestión responsable de los recursos económicos para garantizar un desarrollo sostenible a largo plazo, promoviendo la eficiencia, la equidad y la estabilidad financiera. Estos tipos de sustentabilidad están interrelacionados y son fundamentales para alcanzar un equilibrio entre las necesidades humanas y la preservación del medio ambiente para las generaciones presentes y futuras. (Corning, 2016)

2.4 Sustentabilidad ambiental

La sustentabilidad ambiental se refiere a la capacidad de mantener y preservar el equilibrio y la salud de los sistemas naturales de la Tierra a lo largo del tiempo, de manera que las generaciones presentes y futuras puedan disfrutar de un entorno saludable y recursos naturales suficientes para satisfacer sus necesidades. La sustentabilidad ambiental se basa en la idea de que los seres humanos deben vivir en armonía con la naturaleza y minimizar el impacto negativo que tienen en el medio ambiente (Comisión Mundial, sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

Los principios clave de la sustentabilidad ambiental incluyen:

Conservación de recursos: Esto implica utilizar los recursos naturales, como el agua, el suelo, los minerales y la energía de manera responsable, de modo que se puedan mantener a lo largo del tiempo y no se agoten.

Reducción de la contaminación: La sustentabilidad ambiental busca minimizar la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como reducir la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

Protección de la biodiversidad: Se promueve la conservación de la diversidad de especies y ecosistemas para mantener la estabilidad de los ecosistemas y la salud del planeta.

Uso de fuentes de energía renovable: La transición hacia fuentes de energía renovable, como la solar, la eólica y la hidroeléctrica, es un aspecto importante de la sustentabilidad ambiental para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático.

Consumo responsable: Se promueve un enfoque de consumo responsable, que incluye la reducción del desperdicio, la reutilización y el reciclaje de productos y la elección de productos y servicios sostenibles.

Participación comunitaria y educación: La educación y la concienciación sobre la sustentabilidad son fundamentales para fomentar cambios en la sociedad. La participación activa de la comunidad y la colaboración a nivel local y global son esenciales para abordar los desafíos ambientales (Gore, 2008).

La sustentabilidad ambiental es un concepto interdisciplinario que abarca áreas como la ecología, la economía, la política y la ética. Se ha convertido en un tema central en el mundo moderno debido a la creciente preocupación por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y otros problemas ambientales. Las políticas gubernamentales, las prácticas empresariales y las acciones individuales desempeñan un papel importante en la promoción de la sustentabilidad ambiental (Brown, 2001).

La sustentabilidad ambiental es el uso de los recursos naturales de manera que no se agoten ni se contaminen. Es la base de la sustentabilidad en general y es esencial para la protección del medio ambiente y la salud humana (Roberts, 2010).

La sustentabilidad ambiental incluye:

Reducción del consumo de energía y agua: Es posible reducir el consumo de energía y agua cambiando a hábitos más eficientes, como apagar las luces cuando no se usan o reparar las fugas de agua.

Utilización de energías renovables: Las energías renovables, como la solar y la eólica, no producen contaminación y son una fuente de energía sostenible.

Reducción de la producción de residuos: Es posible reducir la producción de residuos reciclando, reutilizando y reduciendo el consumo de productos desechables.

Protección de los ecosistemas: Los ecosistemas proporcionan servicios esenciales para la vida humana, como la producción de alimentos y agua, la regulación del clima y la protección de la biodiversidad. Es importante proteger los ecosistemas mediante la conservación de la tierra, la restauración de los hábitats degradados y la reducción de la contaminación (Stiglitz, 2010).

2.5 Sustentabilidad económica

La sustentabilidad económica, también conocida como sostenibilidad económica, se refiere a la capacidad de mantener y mejorar el bienestar económico de una sociedad o una organización a lo largo del tiempo sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En esencia, se trata de gestionar los recursos y la economía de manera que se promueva la prosperidad a largo plazo sin agotar recursos finitos o dañar el medio ambiente (Revista Science, 2013).

Los principios clave de la sustentabilidad económica incluyen:

Crecimiento económico sostenible: Se busca un crecimiento económico que sea equitativo y que no cause agotamiento de recursos naturales o desequilibrios sociales.

Gestión responsable de recursos: Esto implica la gestión prudente de los recursos naturales, como agua, suelo, minerales y energía, para evitar su agotamiento y reducir al mínimo los impactos negativos.

Economía circular: Promoción de un sistema económico en el que los productos, materiales y recursos se reutilicen, reciclen y se mantengan en circulación durante el mayor tiempo posible.

Inversiones sostenibles: Fomento de inversiones que tengan en cuenta factores ambientales, sociales y de gobernanza (ESG environmental, social and governance) para reducir riesgos y promover la sustentabilidad a largo plazo.

Equidad económica: Garantizar que los beneficios económicos sean compartidos de manera justa y que no se perpetúen las desigualdades.

Innovación y tecnología sostenibles: Fomentar la adopción de tecnologías y prácticas empresariales que sean más eficientes y amigables con el medio ambiente.

Gestión del riesgo financiero y climático: Considerar y abordar los riesgos financieros relacionados con el cambio climático y otros factores ambientales.

Responsabilidad corporativa: Las empresas y organizaciones juegan un papel fundamental en la promoción de la sustentabilidad económica a través de prácticas empresariales responsables y la integración de objetivos de sustentabilidad en sus operaciones (Sachs, 2014).

La sustentabilidad económica es el desarrollo económico que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Es un concepto que busca conciliar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente y el bienestar social (Stiglitz, 2010).

La sustentabilidad económica se basa en tres principios fundamentales:

Eficiencia en el uso de recursos: se trata de utilizar los recursos de manera eficiente, evitando el desperdicio y la contaminación.

Innovación: se trata de fomentar la innovación tecnológica para desarrollar nuevas formas de producción y consumo que sean más sostenibles.

Justicia social: se trata de garantizar que el crecimiento económico beneficie a todos los miembros de la sociedad, especialmente a los más vulnerables (Sukhdev, 2012).

La sustentabilidad económica incluye:

La inversión en energías renovables y tecnologías limpias: las energías renovables, como la solar y la eólica, no producen contaminación y son una fuente de energía sostenible.

La creación de empleos verdes: la economía verde crea oportunidades de empleo en el sector de las energías renovables, la eficiencia energética y la conservación del medio ambiente.

La reducción de la desigualdad económica: la desigualdad económica puede conducir a problemas sociales, como la pobreza y la delincuencia.

El fomento del comercio justo: el comercio justo garantiza que los productores y trabajadores de

los países en desarrollo reciban un precio justo por sus productos.

Los beneficios de la sustentabilidad económica incluyen:

Protección del medio ambiente: la sustentabilidad económica ayuda a proteger el medio ambiente de la contaminación y la degradación.

Mejora de la salud humana: la contaminación del aire, el agua y el suelo puede tener un impacto negativo en la salud humana. La sustentabilidad económica ayuda a reducir la contaminación y mejorar la salud humana.

Creación de empleos: la sustentabilidad económica crea oportunidades de empleo en sectores nuevos y emergentes.

Mejora de la calidad de vida: la sustentabilidad económica ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas, proporcionando un medio ambiente más limpio y saludable (Rallo, 2013).

2.6 Sustentabilidad social

La sustentabilidad social se refiere a la capacidad de una sociedad para mantener y mejorar la calidad de vida de sus miembros, garantizando al mismo tiempo la equidad y la justicia social, y promoviendo la cohesión y la inclusión de todas las personas, sin comprometer los recursos y las oportunidades para las generaciones futuras. Este aspecto de la sustentabilidad es fundamental para garantizar una sociedad saludable y próspera en el largo plazo (Norton, 2017).

Los principios clave de la sustentabilidad social incluyen:

Equidad y justicia social: Garantizar que todas las personas tengan igualdad de oportunidades y acceso a recursos esenciales como la educación, la atención médica y el empleo.

Inclusión y diversidad: Promover la inclusión de grupos marginados o minoritarios y valorar la diversidad cultural y social en la sociedad.

Salud y bienestar de la comunidad: Priorizar el bienestar y la salud de la comunidad, incluyendo la atención médica, la seguridad, la vivienda y la nutrición adecuada.

Seguridad económica: Asegurar que las personas tengan acceso a trabajos dignos y a sistemas de apoyo social que les permitan vivir con dignidad.

Participación y gobernanza democrática: Fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones y una gobernanza transparente y justa.

Educación de calidad: Garantizar que todos tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus habilidades y conocimientos (Sachs 2014).

La sustentabilidad social es el desarrollo social que garantiza la igualdad de oportunidades, la justicia social y el bienestar de todos los seres humanos. Es un concepto que busca conciliar el crecimiento económico con el desarrollo social y la protección del medio ambiente (Leff, 1998).

La sustentabilidad social se basa en los siguientes principios fundamentales:

Igualdad de oportunidades: se trata de garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades de desarrollo, independientemente de su raza, género, origen social o discapacidad.

Justicia social: se trata de garantizar que todos los seres humanos tengan acceso a los recursos básicos necesarios para vivir una vida digna, como la alimentación, la vivienda, la educación y la salud.

Bienestar social: se trata de garantizar que todas las personas tengan un nivel de vida adecuado que les permita disfrutar de una buena salud, educación y ocio (Alier, 2002).

Las acciones de sustentabilidad social incluyen:

La erradicación de la pobreza: la pobreza es un obstáculo para el desarrollo social y la sustentabilidad.

La educación universal: la educación es fundamental para el desarrollo personal y social.

La igualdad de género: la igualdad de género es un requisito para la justicia social.

La protección de los derechos humanos: los derechos humanos son esenciales para el bienestar social (Sobrino, 2008).

Los beneficios de la sustentabilidad social incluyen:

Mejora de la calidad de vida: la sustentabilidad social ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas, proporcionando oportunidades de desarrollo y bienestar.

Reducción de la desigualdad: la sustentabilidad social ayuda a reducir la desigualdad, creando un entorno más justo para todos.

Fortalecimiento de la cohesión social: la sustentabilidad social ayuda a fortalecer la cohesión social, creando un sentido de comunidad y pertenencia (Viotti, 2014).

2.7 Dimensiones de la sustentabilidad

Desarrollo Sostenible: El concepto de desarrollo sostenible se basa en la interacción entre las tres dimensiones. Propone que el crecimiento económico debe estar en equilibrio con la sostenibilidad ambiental y la justicia social. Si una dimensión se descuida, se pone en riesgo la sostenibilidad global. (Brutland, 1987).

Economía Verde: La economía verde promueve la sostenibilidad ambiental al fomentar la inversión en tecnologías y prácticas respetuosas con el medio ambiente. Al mismo tiempo, puede crear empleos y estimular el crecimiento económico, abordando así las dimensiones económicas y ambientales. (Dasgupta, 2021).

Equidad y Justicia Ambiental: La sostenibilidad social se relaciona con la justicia ambiental, que busca garantizar que las comunidades marginadas no sufran una carga desproporcionada de los impactos ambientales negativos. Esto aborda las dimensiones ambientales y sociales al mismo tiempo (Pulido, 2000).

Desarrollo Comunitario Sostenible: Los enfoques de desarrollo comunitario sostenible buscan mejorar la calidad de vida de las comunidades al tiempo que consideran la sostenibilidad ambiental y económica. Esto puede incluir la creación de empleos locales, la protección del entorno natural y la promoción de la participación comunitaria (Smith, 2004).

Empresas Socialmente Responsables: Las empresas que adoptan prácticas empresariales socialmente responsables pueden abordar las dimensiones económicas y sociales al mismo tiempo. Al considerar su impacto en la comunidad y el medio ambiente, pueden contribuir a un desarrollo sostenible (Martínez, 2002).

Energía Sostenible: La transición hacia fuentes de energía renovable no solo reduce la huella ambiental, sino que también puede impulsar la creación de empleos y el crecimiento económico, abordando así las dimensiones ambientales y económicas (Stiglitz, 2009).

Resiliencia Comunitaria: El fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades ante desastres naturales o crisis económicas se relaciona con las dimensiones económicas y sociales, ya que implica la preparación y la colaboración para abordar las necesidades de la comunidad en tiempos de dificultades (Martínez, 2002).

Los tres tipos de sustentabilidad, ambiental, económica y social, están interrelacionados y se influyen mutuamente. Estos enlaces se pueden ver en los siguientes ejemplos:

Sostenibilidad ambiental y económica: la sostenibilidad ambiental es esencial para la sostenibilidad económica, ya que la contaminación y la degradación ambiental pueden dañar la economía. Por ejemplo, la contaminación del aire y el agua puede provocar enfermedades en los trabajadores, lo que puede reducir la productividad. La degradación de los ecosistemas puede provocar escasez de recursos naturales, lo que puede aumentar los costes de producción (Pearce, 2000).

Sostenibilidad económica y social: la sostenibilidad económica es esencial para la sostenibilidad social, ya que la pobreza y la desigualdad pueden conducir a problemas sociales. Por ejemplo, la pobreza puede dificultar el acceso a la educación y la atención sanitaria, lo que puede perjudicar el desarrollo humano. La desigualdad puede conducir a la violencia y la inestabilidad social (Pearce, 2000).

Sostenibilidad ambiental y social: la sostenibilidad ambiental es esencial para la sostenibilidad social, ya que la contaminación y la degradación ambiental pueden tener un impacto negativo en la salud humana y el bienestar social. Por ejemplo, la contaminación del aire puede provocar enfermedades respiratorias, como el asma. La contaminación del agua puede provocar enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea. La degradación de los ecosistemas puede provocar la pérdida de biodiversidad, lo que puede reducir los recursos naturales disponibles para la alimentación, la medicina y otros fines (Redclift, 1987).

Estos enlaces demuestran que es necesario abordar las tres dimensiones de la sustentabilidad de manera integral. Esto significa desarrollar políticas y estrategias que promuevan la sostenibilidad ambiental, la sostenibilidad económica y la sostenibilidad social al mismo tiempo (Sobrino, 2008).

A continuación, se presenta de manera específica de cómo los tres tipos de sustentabilidad están vinculados entre sí:

La inversión en energías renovables y tecnologías limpias puede ayudar a crear empleos verdes, reducir la desigualdad económica y reducir la contaminación ambiental.

La educación universal puede ayudar a reducir la pobreza, mejorar la salud y el bienestar de las personas y crear una fuerza laboral más capacitada.

La protección de los derechos humanos puede ayudar a promover la justicia social, garantizar que todos tengan acceso a los recursos necesarios para vivir una vida digna y crear una sociedad más pacífica y estable (Pimentel, 2017).

2.8 Sustentabilidad económico social

La sustentabilidad económico social es un concepto que busca conciliar el crecimiento económico con el desarrollo social y la protección del medio ambiente. Se basa en los siguientes principios:

Igualdad de oportunidades: se trata de garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades de desarrollo, independientemente de su raza, género, origen social o discapacidad. (Brutland, 1987).

Justicia social: se trata de garantizar que todos los seres humanos tengan acceso a los recursos básicos necesarios para vivir una vida digna, como la alimentación, la vivienda, la educación y la salud.

Bienestar social: se trata de garantizar que todas las personas tengan un nivel de vida adecuado que les permita disfrutar de una buena salud, educación y ocio (Santiago, 2014).

La sustentabilidad económico social incluye:

La erradicación de la pobreza: la pobreza es un obstáculo para el desarrollo social y la sostenibilidad.

La educación universal: la educación es fundamental para el desarrollo personal y social.

La igualdad de género: la igualdad de género es un requisito para la justicia social.

La protección de los derechos humanos: los derechos humanos son esenciales para el bienestar social (Mazari, 2017).

Los beneficios de la sustentabilidad económico social incluyen:

Mejora de la calidad de vida: la sustentabilidad económico social ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas, proporcionando oportunidades de desarrollo y bienestar.

Reducción de la desigualdad: la sustentabilidad económico social ayuda a reducir la desigualdad, creando un entorno más justo para todos.

Fortalecimiento de la cohesión social: la sustentabilidad económico social ayuda a fortalecer la cohesión social, creando un sentido de comunidad y pertenencia.

Todos podemos contribuir a la sustentabilidad económico social adoptando hábitos más solidarios en nuestras vidas diarias, como:

Apoyar a las organizaciones sociales: las organizaciones sociales trabajan para promover la justicia social y el bienestar de los más vulnerables.

Voluntariar nuestro tiempo: el voluntariado es una forma de contribuir a la comunidad y crear un mundo más justo.

Ser consumidores responsables: podemos elegir productos y servicios que sean respetuosos con los derechos humanos y el medio ambiente (López, 2015).

2.9 Modelos de la sustentabilidad

Los modelos de sustentabilidad son marcos conceptuales que ayudan a comprender y abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos. Se utilizan para desarrollar políticas, estrategias y proyectos que promuevan el desarrollo sostenible (Dewberry, 1995).

En los noventa se plantea el modelo del "Desarrollo Sustentable" como la opción para abordar simultáneamente los desafíos que enfrentan los asentamientos humanos a fines del siglo XX, a saber: los flagelos de la pobreza, la destrucción sostenida del medioambiente y el crecimiento económico (Cárdenas, 1999).

2.10 Modelo de las 3 dimensiones de Brutland

El modelo de las tres dimensiones de la sustentabilidad es un marco conceptual que divide la sustentabilidad en tres dimensiones: ambiental, social y económica. Es el modelo más utilizado y es el que se encuentra en la base de la definición de sustentabilidad de la Comisión Brundtland.

Dimensión ambiental

La dimensión ambiental se refiere a la capacidad del planeta para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Incluye la protección de los recursos naturales, la biodiversidad y el clima.

Dimensión social

La dimensión social se refiere al bienestar de las personas y las comunidades. Incluye la equidad, la justicia, la inclusión y el desarrollo humano.

Dimensión económica

La dimensión económica se refiere a la capacidad de generar riqueza y bienestar. Incluye el crecimiento económico, la creación de empleo y la distribución equitativa de los recursos.

Las tres dimensiones de la sustentabilidad están interrelacionadas. Por ejemplo, el desarrollo económico sostenible requiere proteger el medio ambiente y garantizar el bienestar social. Asimismo, la protección del medio ambiente requiere un desarrollo económico y social equitativo (Raskin, 1997). El modelo de las tres dimensiones de la sustentabilidad se utiliza para desarrollar políticas, estrategias y proyectos que promuevan el desarrollo sostenible. Por ejemplo, un gobierno puede utilizar este modelo para desarrollar una política energética que promueva el uso de energías renovables. Una empresa puede utilizar este modelo para desarrollar un plan de gestión de residuos que minimice su impacto ambiental. Una comunidad puede utilizar este modelo para desarrollar un plan de desarrollo que satisfaga las necesidades de sus residentes sin comprometer los recursos naturales de la región (Fundación Rockefeller, 2015).

Figura No. 4 Modelo de las 3 dimensiones



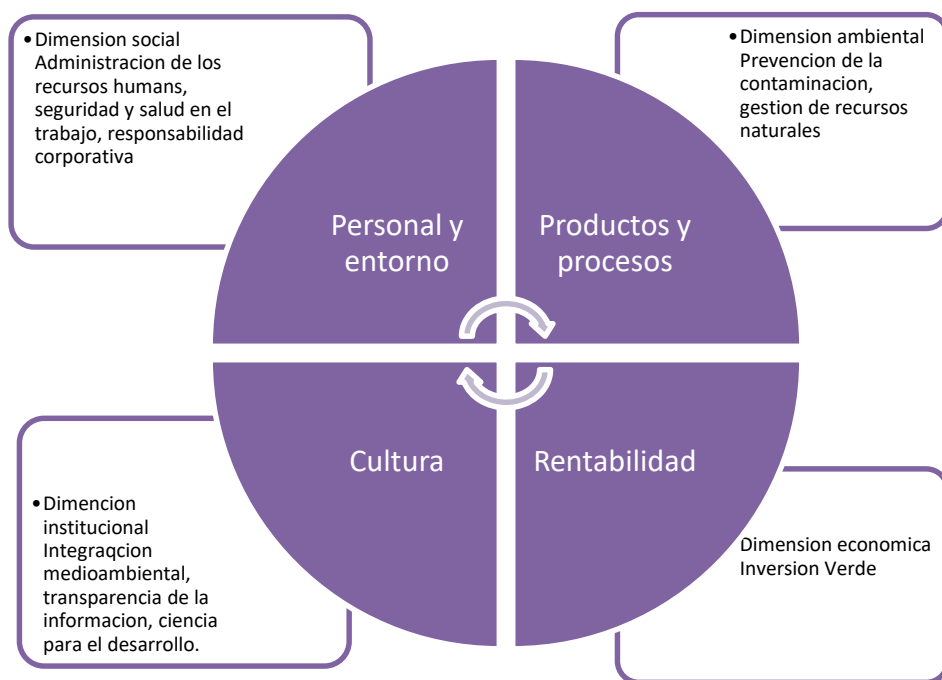
Fuente: Modificado de VanLoon ,2009. Extraído el 07 de octubre del 2023

2.11 Modelo de desarrollo sustentable de carro

El modelo de DS para el sector de recubrimientos cerámicos. En este sector, se destacan las cuatro

dimensiones de sustentabilidad: ambiental, social, económica e institucional con sus respectivos factores, enfocados hacia el objetivo de ser una empresa sustentable en productos, procesos, personal, entorno, rentabilidad y cultura (Carro, 2016).

Figura No. 5 Modelo del desarrollo sustentable de Carro



Fuente: Extraído de “modelo de desarrollo sustentable para la industria de recubrimientos cerámicos” de Carro extraído 8 octubre 2023.

2.12 17 Objetivos de desarrollo sostenible ONU 2015

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de objetivos globales adoptados por los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015. Los ODS se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que se establecieron para el período 2000-2015.

Los ODS tienen como objetivo promover el desarrollo sostenible en todo el mundo (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Los 17 ODS se dividen en tres categorías principales:

Objetivos sociales: estos objetivos se centran en el bienestar humano, como la erradicación de la pobreza, el hambre y las enfermedades, y la promoción de la educación, la igualdad de género y la paz.

Objetivos económicos: estos objetivos se centran en el crecimiento económico sostenible, la creación de empleo y la reducción de la desigualdad.

Objetivos ambientales: estos objetivos se centran en la protección del medio ambiente, la lucha contra el cambio climático y la conservación de la biodiversidad.

Los ODS son un marco global para la acción. Se han adoptado por los gobiernos de todo el mundo, así como por las organizaciones de la sociedad civil y el sector privado. Los ODS están vinculados a una Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que es un plan de acción para promover el desarrollo sostenible en todo el mundo.

Figura No. 6 Modelo del desarrollo sustentable de 17 objetivos de la ONU



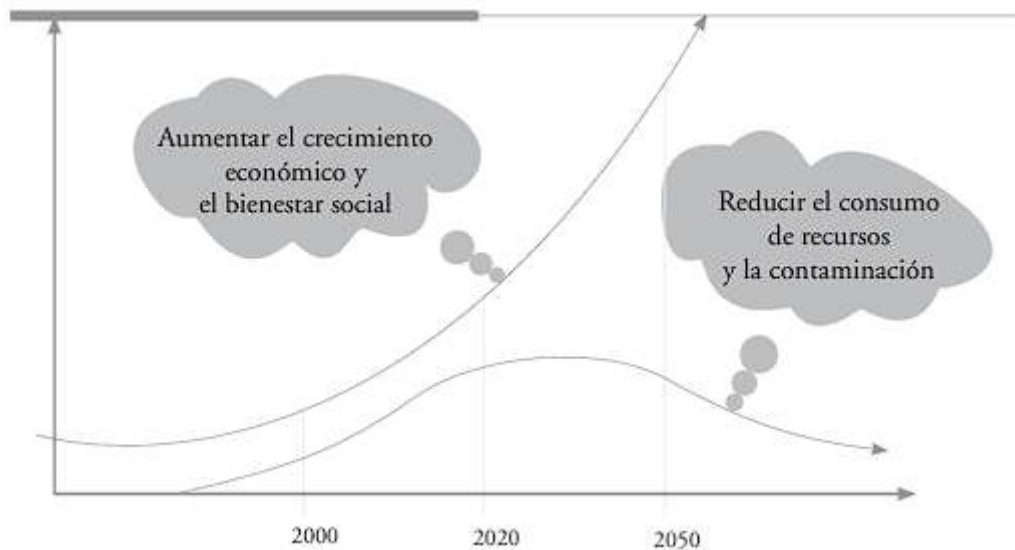
Fuente: Extraído de Modelo de 17 objetivos sustentables, Organización de las naciones unidas 2015 extraído 8 octubre 2023.

2.13 El modelo de Brundtland 1987

El modelo de Brundtland es un marco conceptual para el desarrollo sostenible desarrollado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas en 1987. El

informe de la comisión, titulado "Nuestro futuro común", define el desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas".

Figura No. 7 Modelo de Brundtland



Fuente: Extraído de Informe de Brutland 1987

Brundtland se basa en la idea de que el desarrollo sostenible debe equilibrar las dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo. La dimensión ambiental se refiere a la protección de los recursos naturales y el medio ambiente. La dimensión social se refiere al bienestar de las personas, incluidas sus necesidades de salud, educación y seguridad. La dimensión económica se refiere al crecimiento económico y el desarrollo de la prosperidad (Brutland,1987).

El modelo de Brundtland ha tenido una gran influencia en el desarrollo sostenible. Ha sido adoptado por gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales en todo el mundo. El modelo ha ayudado a aumentar la conciencia sobre la importancia del desarrollo sostenible y ha proporcionado un marco para la acción.

La equidad intergeneracional: Las necesidades de las generaciones presentes deben satisfacerse sin

comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

La equidad intergeneracional: El desarrollo sostenible debe beneficiar a todos los grupos de personas, incluidos los pobres, los marginados y las minorías.

La participación: La participación de todos los interesados es esencial para el desarrollo sostenible.

La responsabilidad compartida: Todos los países y actores tienen la responsabilidad de contribuir al desarrollo sostenible.

El modelo de Brundtland es un marco importante para el desarrollo sostenible. Proporciona una visión holística del desarrollo sostenible que reconoce la importancia de equilibrar las dimensiones ambiental, social y económica. El modelo ha ayudado a aumentar la conciencia sobre la importancia del desarrollo sostenible y ha proporcionado un marco para la acción.

2.14 Modelo de tetraedro de Achkar, 2002

Establece que las buenas relaciones entre clases sociales es el principal factor de la dimensión social. También considera a las relaciones de propiedad y circuito de finanzas en la dimensión económica y, por último, las relaciones del uso y manejo de los bienes de la naturaleza en beneficio de la humanidad (Achkar 2015).

Figura No. 8 Tetraedro de Achkar



Fuente: Extraído de “Indicadores de sustentabilidad” de Achkar, 2005

Tabla N° 5 Cuadro comparativo de estudios

Modelo	Definición	Ventajas	Desventajas	Análisis
Modelo de las 3 dimensiones (Brutland, 1987)	Este modelo define el desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas"	• Proporciona una visión holística del desarrollo sostenible. • Es fácil de entender y comunicar. • Ha sido adoptado por gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales en todo el mundo.	• Puede ser difícil de implementar en la práctica. • Puede ser complejo de medir. • No siempre es claro cómo equilibrar las tres dimensiones.	El modelo de sustentabilidad de las 3 dimensiones es una herramienta importante para el desarrollo sostenible. Proporciona un marco para pensar sobre el desarrollo sostenible y para desarrollar políticas y acciones que promuevan el desarrollo sostenible.
Modelo del desarrollo sustentable de carro (Carro, 2016)	El modelo visualiza cuatro dimensiones de sustentabilidad de la siguiente manera: ambiental, social, económica e institucional junto con los principios que rigen cada dimensión.	Cada dimensión implica buenos ideales para la empresa al momento de alcanzar las metas sustentables. Haciendo de ellos una nueva forma de comportamiento y de educación. Explica cómo se conforman las dimensiones y en lo que se basa para llevarlas a cabo.	Al intentar aplicar las cuatro dimensiones el modelo se torna complejo de manera que puede que en un principio falle. Si no se aplica bien la empresa no podrá alcanzar la sustentabilidad.	Tiene la intención de generar una sustentabilidad en base a cuatro dimensiones con sus respectivos factores, enfocados hacia el objetivo de ser una empresa sustentable en productos, procesos, personal, entorno, rentabilidad y cultura.
17 Objetivos de desarrollo sostenible ONU 2015 (Organización de las Naciones Unidas, 2015)	Los ODS se definen como "un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad". Los ODS están integrados, lo que significa que reconocen que la acción en un área afectará los resultados en	• Proporcionan un marco global para el desarrollo sostenible. • Son claros y concisos, lo que facilita su comprensión y comunicación. • Son ambiciosos, pero alcanzables.	• Pueden ser difíciles de implementar en la práctica. • Pueden ser complejos de medir. • No siempre es claro cómo abordar los desafíos interconectados que abordan.	Los ODS son una herramienta importante para el desarrollo sostenible. Proporcionan un marco para pensar sobre el desarrollo sostenible y para desarrollar políticas y acciones que promuevan el desarrollo sostenible.
	otras áreas y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental.			Los ODS son una gran mejora con respecto a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que fueron adoptados en 2000. Los ODS son más ambiciosos, abarcan una gama más amplia de temas y son más integrados.
Modelo de tetraedro de Achkar, 2002 (Achkar, 2002)	Estableció que la sustentabilidad se debe fundamentar en cuatro dimensiones que interactúan entre sí en forma de tetraedro, pero denominándolos componente psicobiológico, social, económico y político.	Establece sus propias formas de objetar acerca de las dimensiones del modelo. Todas las dimensiones de alguna forma u otra benefician a la empresa y a la humanidad.	Es complejo el manejo de las cuatro dimensiones. El proceso es algo desgastado.	En este sentido la sustentabilidad tiene cuatro dimensiones, que interactúan entre sí, el modelo hace una representación esquemática de las interacciones de estas dimensiones para tener en cuenta como interactúa cada una y en conjunto.

Fuente: Elaboración propia

2.16 Elección de modelo

En la base de la investigación que estamos llevando a cabo, hemos optado por utilizar el modelo sustentable de tres dimensiones como marco teórico. Este enfoque nos permite evaluar de manera integral la viabilidad y el impacto de la implementación de biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz.

Este modelo sustentable se caracteriza por considerar tres aspectos fundamentales: el ambiental, el económico y el social. Al abordar estos tres pilares, podemos tener una visión más completa y equilibrada de la sustentabilidad de la iniciativa que estamos estudiando.

En cuanto a los modelos de carro de Brundtland y el de Achkar, si bien son enfoques importantes en el ámbito de la sustentabilidad, no los hemos utilizado en esta investigación por las siguientes razones:

El modelo de carro de Brundtland, propuesto por Gro Harlem Brundtland en 1987, se centra principalmente en la necesidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Aunque este enfoque es relevante en términos generales, consideramos que el modelo de tres dimensiones es más adecuado para abordar las complejidades específicas de nuestro tema de investigación, que involucra aspectos ambientales, económicos y sociales específicos.

Por otro lado, el modelo de Achkar, desarrollado por Najib M. Achkar, se enfoca en la relación entre la tecnología y el medio ambiente, destacando la importancia de la innovación tecnológica para lograr la sustentabilidad. Si bien este modelo puede ser útil en contextos donde la tecnología juega un papel central, en nuestro caso, donde la sustentabilidad se aborda desde múltiples dimensiones más allá de la tecnología, el enfoque de Achkar no proporcionaría una cobertura completa de nuestros objetivos de investigación. (Elaboración propia)

En resumen, mientras que tanto el modelo de carro de Brundtland como el de Achkar son relevantes en el ámbito de la sustentabilidad, hemos optado por utilizar el modelo sustentable

de tres dimensiones debido a su capacidad para abordar de manera integral los aspectos ambientales, económicos y sociales relacionados con nuestra investigación.

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1 Situación problemática:

En Tuxpan, Veracruz, la actividad pesquera es una parte integral de la economía local y desempeña un papel crucial en la sustentabilidad ambiental y social de la región. Sin embargo, a medida que esta industria ha crecido, también ha generado una cantidad significativa de residuos pesqueros, como restos de pescado y residuos orgánicos, que pueden representar un desafío ambiental si no se manejan adecuadamente. La disposición inapropiada de estos residuos puede dar lugar a la contaminación del agua y afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos locales (Secretaría de Marina y Medio Ambiente, 2023).

La producción de residuos pesqueros también es significativa. Estos residuos, que incluyen vísceras, cabezas, escamas y huesos, representan un problema ambiental y una oportunidad de desarrollo sostenible.

Los residuos pesqueros pueden contaminar el agua y el suelo, y pueden ser un foco de proliferación de enfermedades. Además, representan un desperdicio de recursos que podrían ser utilizados para producir biofertilizantes (Comisión Natural de Acuacultura y Pesca, 2017).

Los biofertilizantes son fertilizantes producidos a partir de residuos orgánicos. Son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que son menos contaminantes y pueden mejorar la salud del suelo.

Además, la agricultura en la región depende en gran medida de prácticas convencionales que a menudo implican el uso de fertilizantes químicos, los cuales pueden tener impactos adversos en el suelo, el agua y la biodiversidad. La dependencia de estos métodos puede dar lugar a la degradación del suelo y la pérdida de la fertilidad a largo plazo (Comisión Natural De Acuacultura Y Pesca, 2017).

La sustentabilidad de biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpán, Veracruz, podría contribuir a resolver los siguientes problemas:

Problema ambiental: El impacto ambiental de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros, y podría ayudar a desarrollar métodos de producción que sean más sostenibles.

Problema económico: El estudio podría evaluar el potencial económico de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros, y podría ayudar a crear oportunidades de empleo y desarrollo local.

Problema social: El estudio podría evaluar los beneficios sociales de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros, y podría ayudar a mejorar la calidad de vida de las comunidades pesqueras (Sosa, 2018).

En este contexto, surge la necesidad de abordar tanto el problema de los residuos pesqueros como el uso sostenible de fertilizantes en la agricultura.

La necesidad de la sustentabilidad de biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, se fundamenta en la urgencia de abordar desafíos ambientales, económicos y sociales que afectan a la región. A continuación, se presentan varias razones que respaldan la imperiosa importancia de esta iniciativa:

La industria pesquera de Tuxpan genera una cantidad significativa de residuos, como restos de pescado y otros residuos orgánicos. La falta de una gestión adecuada de estos residuos puede llevar a la contaminación del agua y afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos locales. La implementación de biofertilizantes a partir de estos residuos ofrece una solución directa al problema de la acumulación de residuos, convirtiendo un problema ambiental en una oportunidad para la sostenibilidad (Hernández, 2020).

La agricultura convencional en Tuxpan depende en gran medida de fertilizantes químicos. Estos insumos, aunque aumentan la productividad a corto plazo, tienen consecuencias negativas a largo plazo, como la degradación del suelo y la pérdida de fertilidad. La introducción de biofertilizantes a base de residuos pesqueros proporciona una alternativa más sostenible y amigable con el medio ambiente, reduciendo la dependencia de productos

químicos y promoviendo prácticas agrícolas más respetuosas con el suelo.

El uso de biofertilizantes contribuye a la conservación de los recursos naturales al reutilizar los residuos pesqueros en lugar de desecharlos. Esta práctica fomenta la economía circular, donde los residuos se convierten en recursos valiosos, reduciendo la presión sobre los recursos naturales y contribuyendo a un ciclo más sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

En un contexto global donde los consumidores demandan productos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como el uso de biofertilizantes, puede mejorar la imagen de los productos locales y satisfacer las expectativas de los consumidores conscientes del medio ambiente.

En conjunto, la necesidad de la sustentabilidad de biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan responde a una visión holística que abarca aspectos ambientales, económicos y sociales. Esta iniciativa no solo aborda problemas locales, sino que también se alinea con un enfoque global hacia prácticas agrícolas más sostenibles y un manejo responsable de los recursos naturales (Sosa, 2020).

3.2 Planteamiento del problema

¿Qué efecto tiene el análisis de la sustentabilidad de biofertilizante biodegradable de residuos pesqueros de Tuxpan Veracruz para mejorar la productividad agrícola y reducir el impacto ambiental asociado con la gestión inadecuada de estos residuos?

3.3 Objetivo general

Analizar la sustentabilidad de biofertilizante biodegradable de residuos pesqueros de Tuxpan Veracruz a través del modelo de las 3 dimensiones.

la viabilidad técnica, ambiental y económica de la producción y aplicación de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros en la agricultura de Tuxpan, Veracruz, con el propósito de promover prácticas sustentables que mejoren la fertilidad del suelo, impulsen la productividad agrícola y contribuyan a la gestión eficiente de los residuos pesqueros en la región.

3.4 Objetivos específicos

1. Caracterizar los residuos pesqueros disponibles en Tuxpan, Veracruz
2. Evaluar la eficacia agronómica de los biofertilizantes
3. Analizar el impacto ambiental de la producción y aplicación de biofertilizantes
4. Evaluar la aceptación y percepción de los agricultores hacia los biofertilizantes

3.5 Pregunta de investigación

1. ¿Cuál es el estado actual de la investigación científica sobre la producción y aplicación de biofertilizantes a partir de residuos pesqueros en contextos similares a Tuxpan, Veracruz?
2. ¿Cuáles son los principales desafíos y beneficios teóricos asociados con la utilización de biofertilizantes de residuos pesqueros en la agricultura?
3. ¿Cuáles son los modelos de implementación y las mejores prácticas sugeridas para la producción de biofertilizantes a partir de residuos pesqueros en regiones similares a Tuxpan?
4. ¿Cuál podría ser el impacto potencial de la introducción de biofertilizantes de residuos

pesqueros en la agricultura de Tuxpan, Veracruz, en términos de sostenibilidad ambiental y socioeconómica?

3.6 Justificación

Los biofertilizantes a base de residuos pesqueros contienen nutrientes esenciales y microorganismos beneficiosos que pueden mejorar la salud del suelo. Esto resulta en suelos más fértiles y sostenibles a largo plazo, aumentando la capacidad del suelo para retener nutrientes y agua. La mejora de la salud del suelo beneficia directamente a la agricultura local al aumentar la productividad y reducir la necesidad de insumos externos.

La implementación de biofertilizantes no solo tiene beneficios ambientales, sino que también puede generar oportunidades económicas para la comunidad local. La producción y aplicación de biofertilizantes pueden convertirse en una nueva fuente de empleo y emprendimiento, fortaleciendo así la economía local y diversificando las actividades económicas en la región.

La adopción de biofertilizantes en Tuxpan contribuiría directamente a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluyendo la promoción de la vida submarina (ODS 14), la acción por el clima (ODS 13), y la vida de ecosistemas terrestres (ODS 15). Esta iniciativa alinea los esfuerzos locales con metas globales de sostenibilidad.

La investigación sobre la producción y aplicación de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros en la agricultura de Tuxpan, Veracruz, sin la necesidad de un estudio de campo, se justifica por varias razones fundamentales. Primordialmente, la gestión sostenible de los residuos pesqueros y la búsqueda de alternativas ecológicas en la agricultura son temas de relevancia ambiental creciente. A pesar de la falta de un estudio de campo, una revisión exhaustiva de la literatura puede arrojar luz sobre los enfoques teóricos y prácticos para abordar estos problemas.

Además, al enfocarse en la revisión de la literatura y el análisis teórico, se optimizan los recursos disponibles, ofreciendo una comprensión sólida sin la necesidad de realizar extensivas investigaciones de campo, lo cual puede ser costoso y consumir tiempo. Esta optimización de

recursos es particularmente valiosa en entornos donde la investigación puede tener limitaciones presupuestarias.

La investigación sin un estudio de campo también contribuye significativamente a la base de conocimientos al consolidar y sintetizar los conocimientos existentes. Identificar lagunas en la investigación y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones es esencial para el avance continuo en el campo de estudio. Esta contribución puede ser valiosa tanto para investigadores como para profesionales y responsables de la toma de decisiones que buscan abordar desafíos en la gestión de residuos y la sostenibilidad agrícola.

Además, la revisión de literatura permite contextualizar la situación agrícola y ambiental en Tuxpan, Veracruz, sin la necesidad de realizar un estudio de campo directo. Esta contextualización es crucial para adaptar las mejores prácticas identificadas a las condiciones locales, asegurando así la relevancia y aplicabilidad de la investigación en el contexto específico de la región.

Un enfoque estratégico se logra al centrarse en preguntas de investigación teóricas. Esto permite identificar soluciones potenciales y delinear recomendaciones basadas en la revisión crítica de la literatura existente. Este enfoque estratégico es esencial para proporcionar datos valiosos y orientación práctica para abordar los desafíos planteados en la tesis.

Finalmente, la investigación sin estudio de campo directo puede estimular la investigación futura al identificar áreas donde se necesitan estudios de campo adicionales, experimentación y desarrollo de modelos de implementación específicos para la región de Tuxpan. Al señalar estas oportunidades para investigaciones posteriores, la tesis contribuye no solo al conocimiento actual, sino también a la dirección futura de la investigación en esta área específica.

3.7 Tipo de investigación

El estado actual de la investigación científica sobre la producción y aplicación de biofertilizantes a partir

de residuos pesqueros en contextos similares a Tuxpan, Veracruz, es fundamental en vista de la importancia de la actividad pesquera en la economía local y su influencia en la sustentabilidad ambiental y social de la región. Con el crecimiento de esta industria, la generación de residuos pesqueros se ha vuelto significativa, lo que plantea desafíos ambientales si no se manejan adecuadamente. La disposición inapropiada de estos residuos puede causar contaminación del agua y afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos locales, lo que resalta la urgencia de investigaciones sobre alternativas sostenibles como los biofertilizantes. En este contexto, la investigación científica, con un enfoque cualitativo y un tipo de investigación diagnóstica, se centraría en analizar la información en base a las tres dimensiones de sustentabilidad: ambiental, económica y social. Esto permitirá evaluar la viabilidad técnica y económica de producir biofertilizantes a partir de residuos pesqueros, así como su efectividad en mejorar la fertilidad del suelo y reducir la contaminación ambiental, identificando los factores que promueven su aparición en esta situación específica.

3.8 Diseño de investigación

El diseño de investigación que es la transversal, debido a es un método no experimental para recoger y analizar información en un momento determinado, en este sentido se realiza en el mes de septiembre-diciembre la recolección de la información para analizarla.

La aplicación de este tipo de estudio se debe a que es de manera observacional recolectando datos de una población muestra en un determinado tiempo de acuerdo al punto de interés para después a generar resultados y así analizar la información obtenida.

3.9 Sujetos de investigación

Los sujetos de investigación propuestos para tu estudio sobre la sustentabilidad de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, son cruciales para obtener una perspectiva integral. En primer lugar, la participación de agricultores locales permitirá comprender las prácticas agrícolas existentes y su disposición para adoptar nuevas tecnologías. Sus experiencias y necesidades son esenciales para evaluar la viabilidad práctica de los biofertilizantes en el contexto local.

3.10 Población

La población para el estudio incluiría agricultores locales, pescadores, autoridades locales y organismos medioambientales y empresas pesqueras locales.

3.11 Muestra

Pescadores, agricultores y autoridades locales en Tuxpan para obtener una representación variada de cada grupo en tu estudio. Esto implica incluir pescadores de diferentes sectores y prácticas, agricultores que operan en diversos tipos de agricultura, y autoridades locales que estén directamente involucradas en la gestión de residuos y asuntos agrícolas en la región.

3.12 Técnica de recolección de datos

La encuesta se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de las relaciones sociales, lo cual, es muy importante mencionar que en la presente investigación se busca analizar la sustentabilidad por ello es bueno saber las actividades que realiza la empresa para mantenerse sustentable y tomar decisiones sobre lo que la empresa realiza, también está la técnica de la observación para complementar que si se estén llevando a cabo lo que los administrativos mencionen acerca de la sustentabilidad.

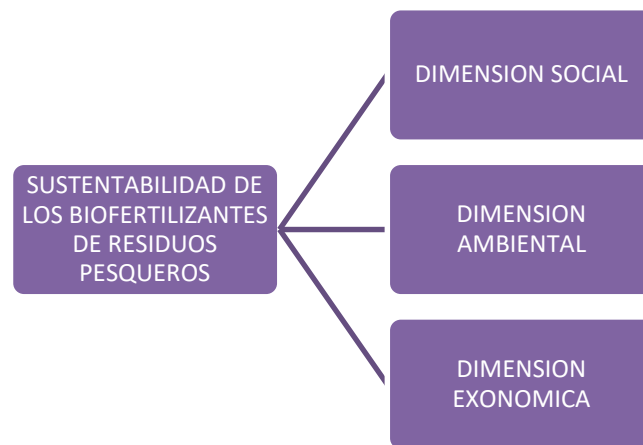
3.13 Hipótesis

Hipótesis: Considerando la naturaleza sostenible de los biofertilizantes derivados de residuos pesqueros, se postula que su implementación en la agricultura de Tuxpan, Veracruz, podría mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. Se espera que la aceptación y adopción de esta tecnología por parte de pescadores, agricultores y autoridades locales contribuyan significativamente a la gestión ambiental y al desarrollo agrícola sostenible en la región.

3.14 Categoría de análisis

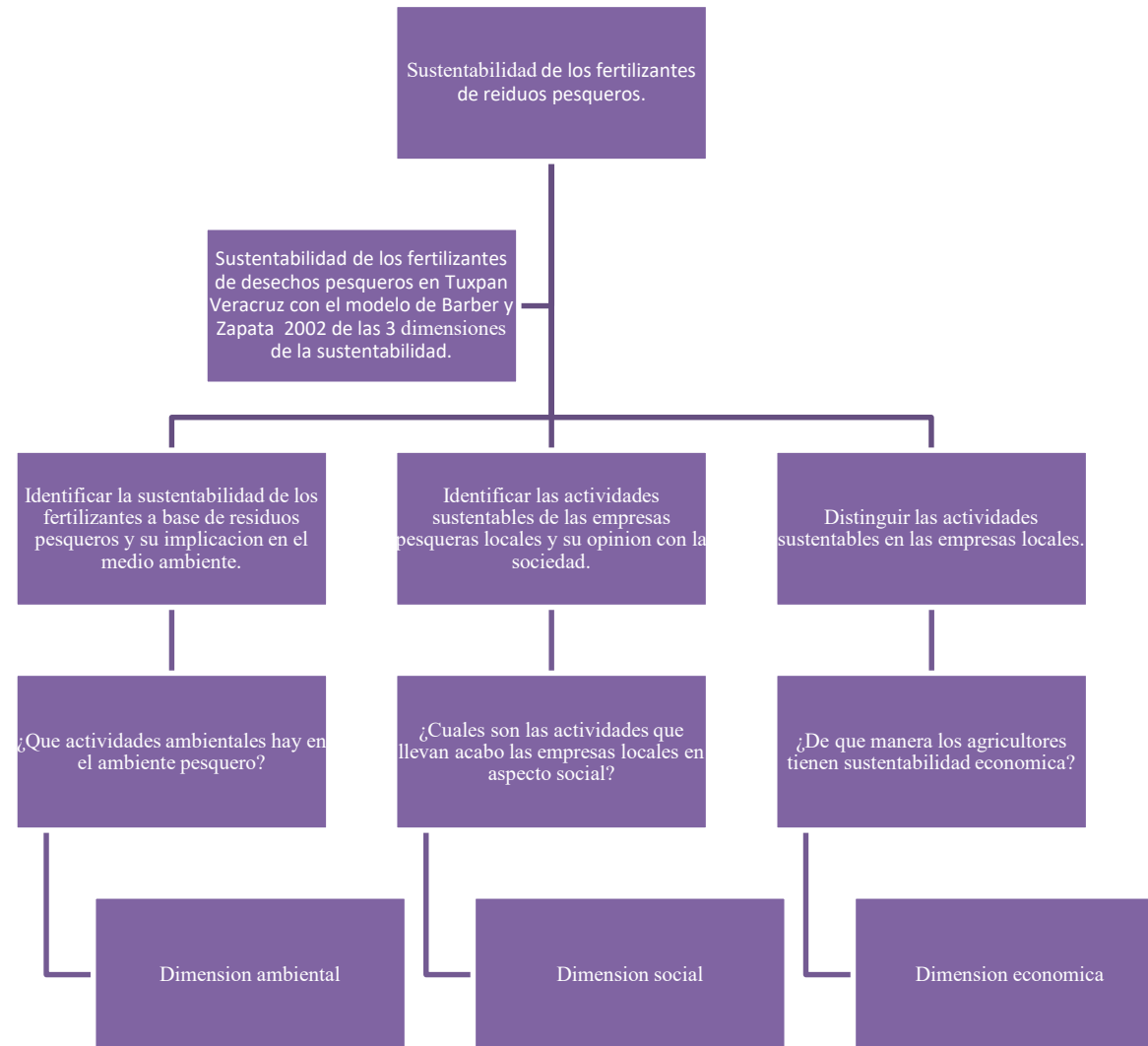
En esta investigación están basadas en las tres dimensiones de la sustentabilidad ya que tienen congruencia con el tema estudiado. A continuación, se muestra un diagrama de las categorías de análisis en la figura 7

Figura No. 9 Categoría de análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 10 Matriz de congruencia metodológica



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4 Análisis y resultados

El objetivo de toda esta investigación es Análisis De La Sustentabilidad De Biofertilizante Biodegradable De Residuos Pesqueros Tuxpan, Veracruz, con base en el Modelo Barber-Zapata (Barber y Zapata, 2009) de las tres dimensiones de sustentabilidad.

Para poder realizar un análisis de la sustentabilidad en base a sus tres dimensiones, se buscó información de la sustentabilidad de sus tres dimensiones que maneja por separado y así poderlas relacionarlas entres si para comprobar que cada una se complementa llegando a una sustentabilidad bien equilibrada y completa, mediante la indagación en el tema se maneja con la técnica de encuesta para saber qué actividades lleva a cabo la empresa para la sustentabilidad al ser la encuesta una técnica poco confiable pero más fácil de aplicar también se empleó la observación a manera de estar al tanto y finalmente se refuerza con la investigación diagnostica al momento de realizar el análisis.

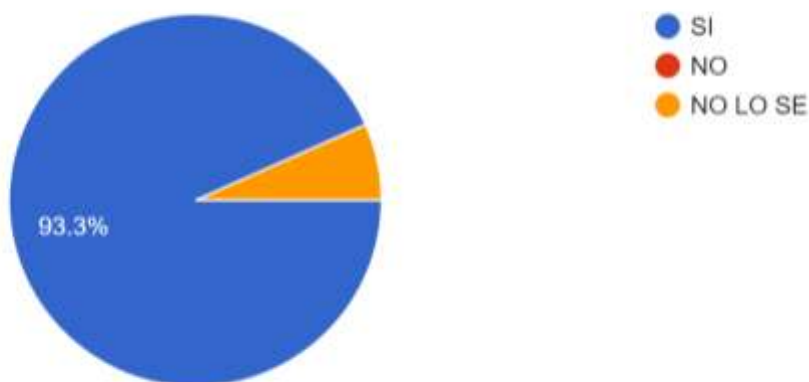
Todo esto con el fin de lograr conocer las actividades que refuercen la sustentabilidad de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz, si los agricultores pueden identificarlas, y si realmente se ejecutan para esto se tomó la información recopilada del cuestionario aplicado.

Es muy importante conocer cada una de las tres dimensiones de la sustentabilidad para establecer qué tipo de actividades en base a cada dimensión se ejecutan el ámbito y si estas están en armonía relacionando a los agricultores con el entendimiento que posean de las actividades que generan la sustentabilidad, identificar las actividades es de gran ayuda a lo investigado y esto proporciona una mayor facilidad de hacer un análisis más integro.

A continuación, se presentan histogramas que se complementan con graficas en ello se describe los resultados de la encuesta que se aplicó a treinta agricultores para indagar que tanto conocen la sustentabilidad de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz con el objetivo de analizar la sustentabilidad con base en el de las tres dimensiones de sustentabilidad, para obtener un completo desarrollo sustentable. (Elaboración propia)

Figura No. 11 Percepción de mejora económica de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros

30 respuestas



Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

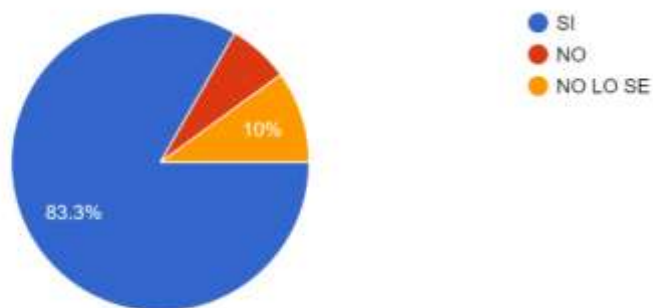
¿Considera que el biofertilizante biodegradable de residuos pesqueros es una alternativa económica para los productores agrícolas de Tuxpan?

En la figura No. 11 se muestra el entendimiento de los agricultores por la mejora económica en base a sus respuestas se puede decir que los agricultores perciben que el uso de los biofertilizantes de residuos pesqueros si tendría una mejora en la economía global. (Elaboración propia)

Figura No. 12 Percepción en la reducción de costos de producción

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede reducir los costos de producción agrícola en Tuxpan?

30 respuestas

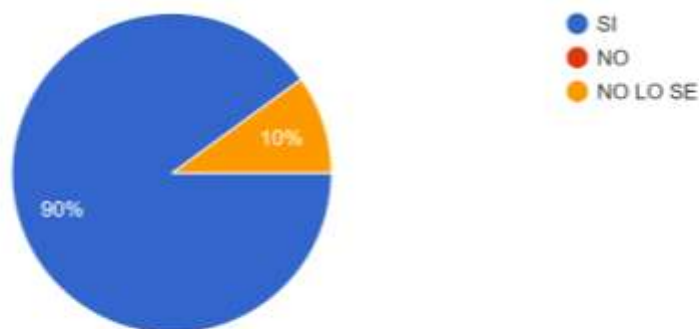


Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Figura No. 13 Percepción de generación de ingresos

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede generar ingresos adicionales para los productores agrícolas de Tuxpan?

30 respuestas

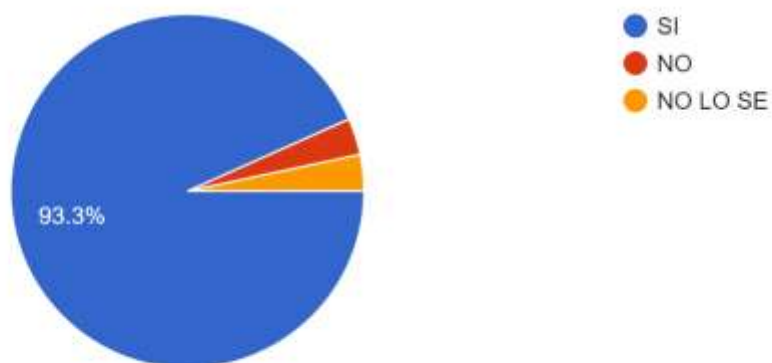


Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Figura No. 14 Percepción de mejora medioambiental

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros contribuye a la reducción de la contaminación ambiental en Tuxpan?

30 respuestas



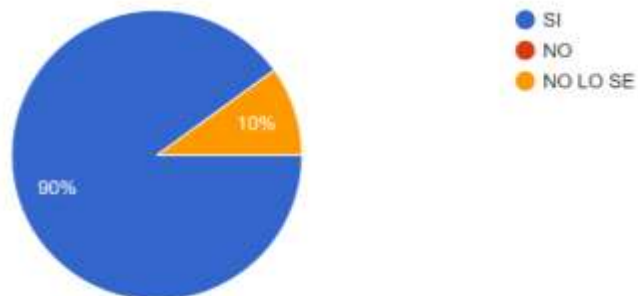
Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Es importante tener en cuenta si los agricultores consideran sustentable ya que requiere administración eficiente y racional de todos los recursos y obtuvo el 93.3% de las personas encuestadas (Fig. No. 14). En la figura No. 15 se muestra la percepción acerca de la mejora del suelo. (Elaboración propia)

Figura No. 15 Percepción acerca de la mejora de calidad del suelo

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede mejorar la calidad del suelo en Tuxpan?

30 respuestas

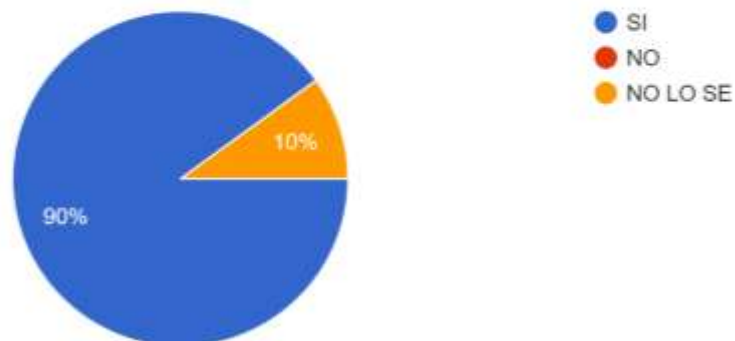


Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Figura No. 16 Percepción acerca de la mejora de biodiversidad

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede contribuir a la conservación de la biodiversidad en Tuxpan?

30 respuestas

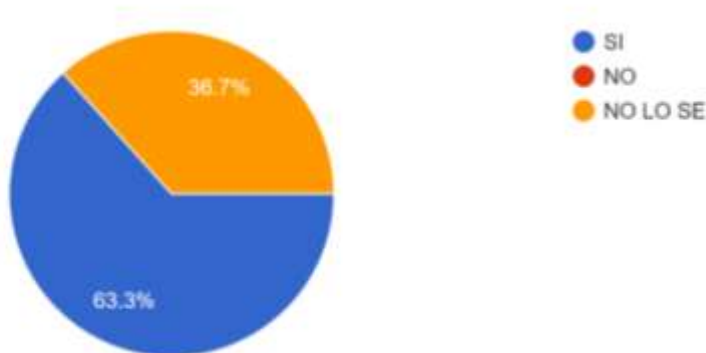


Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Figura No. 17 Percepción acerca de la producción de empleos

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede generar empleos en Tuxpan?

30 respuestas



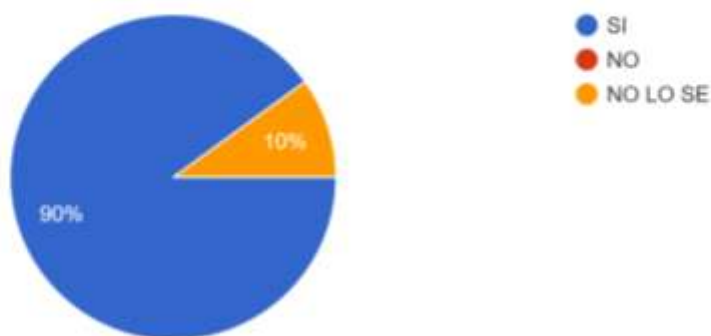
Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

En la figura No. 17 se muestra el entendimiento de los agricultores por generación de empleos en base a sus respuestas se puede decir que los agricultores perciben con duda que el uso de los fertilizantes de residuos pesqueros generara empleos a los productores locales. (Elaboración propia)

Figura No. 18 Percepción acerca de la mejora en la calidad de vida

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede mejorar la calidad de vida de los productores agrícolas de Tuxpan?

30 respuestas



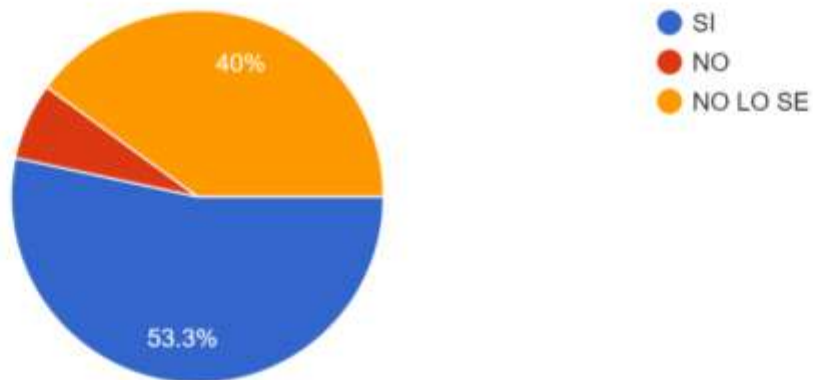
Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

En la figura No. 18 se muestra la contraparte en el entendimiento de los agricultores por la mejora en la calidad de vida en base a sus respuestas se puede decir que los agricultores perciben que el uso de los fertilizantes de residuos pesqueros puede mejorar la calidad de vida de sus productores. (Elaboración propia)

Figura No. 19 Percepción acerca de la equidad social

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede contribuir a la equidad social en Tuxpan?

30 respuestas



Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

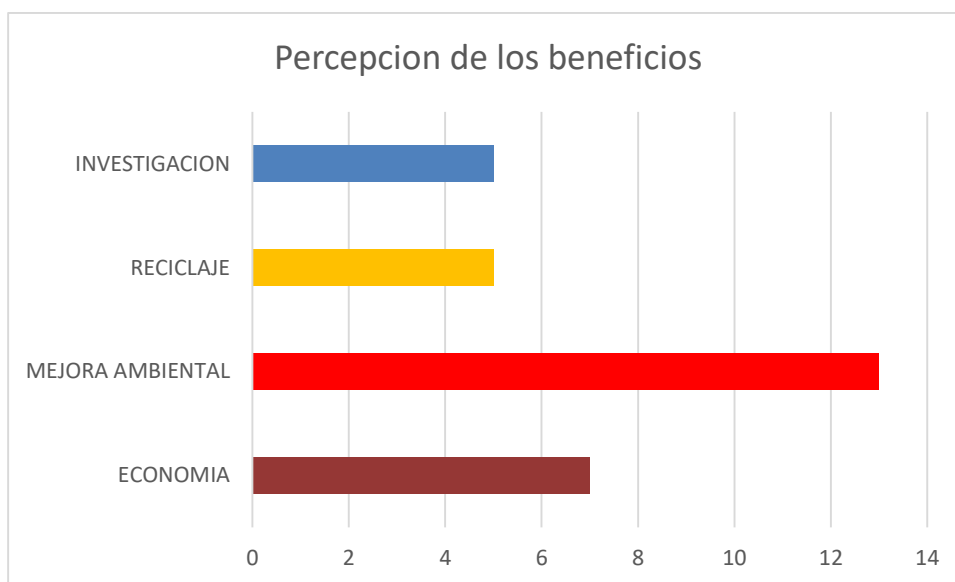
En la figura No. 19 se el entendimiento de los acerca de la equidad social, en base a sus respuestas se puede decir que los agricultores perciben que el uso de los fertilizantes de residuos pesqueros podría no mejorar la equidad social en Tuxpan Veracruz.

Con afán de contribuir a dar conocimiento de la sustentabilidad ambiental las siguientes preguntas de la encuesta fueron de manera abierta, las cuales serán agrupadas según estratos

afianzados a las 3 dimensiones y al tipo y su tipo de pensamiento de la población encuestada los cuales se presentarán a continuación en las siguientes figuras presentadas en esta investigación. (Elaboración propia)

¿Qué otros beneficios consideran que puede generar el fertilizante biodegradable de residuos pesqueros en Tuxpan?

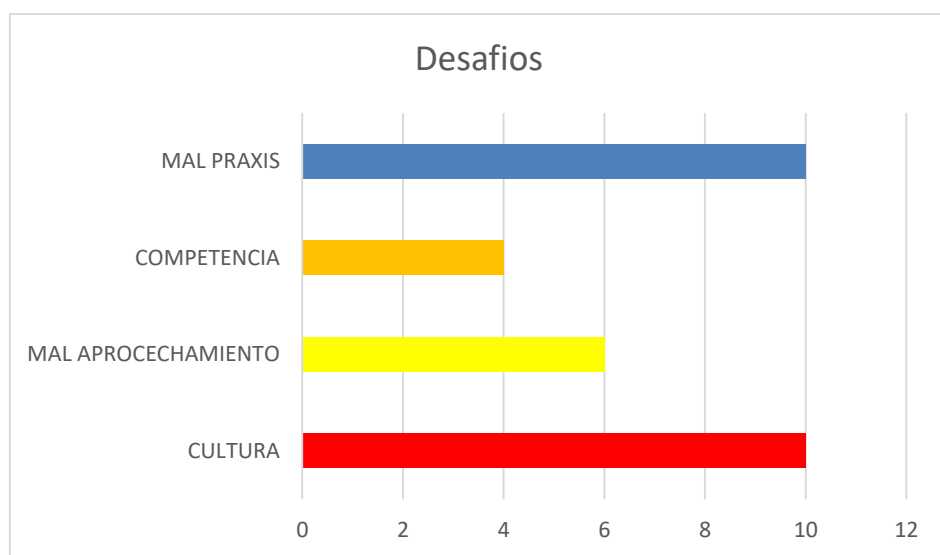
Figura No. 20 Percepción acerca de los beneficios



Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

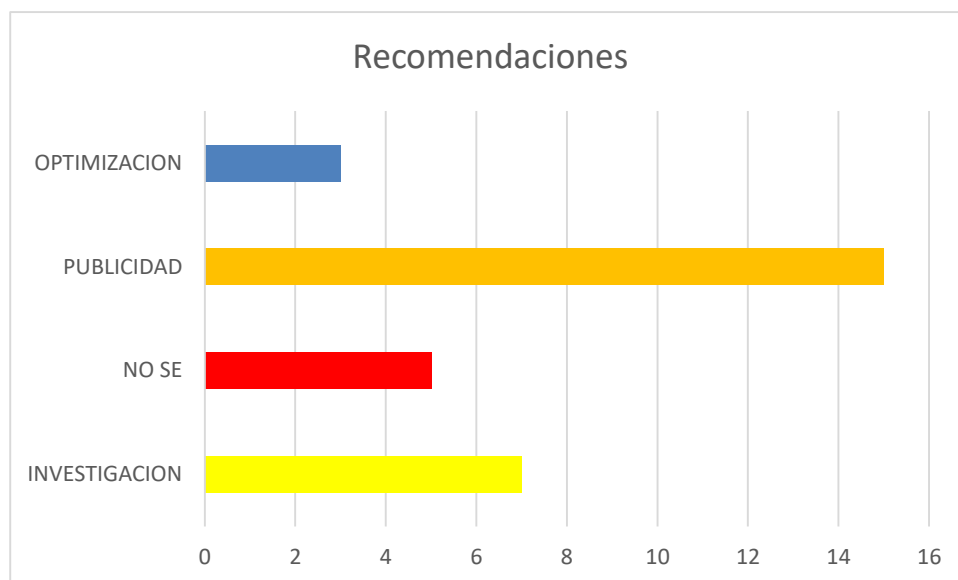
¿Qué desafíos considera que enfrenta el fertilizante biodegradable de residuos pesqueros para su implementación en Tuxpan?

Figura No. 21 Percepción acerca de los desafíos



Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

Figura No. 22 Percepción acerca de puntos de oportunidad



Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la muestra encuestada

4.1 Inferencia

La sustentabilidad de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan del estado de Veracruz cuenta con alta posibilidad ser viable pero no se tiene mucho conocimiento si se basa en la dimensión ambiental, social y económica”.

Mediante los resultados obtenidos y lo observado, la hipótesis si es cierta hasta un punto limite, los sujetos encuestados si tienen conocimiento de las ventajas de este producto en base a las tres dimensiones de la misma, sin embargo, no hay una certeza de que sea posible de aplicar debido a diferentes variantes aun así la noción es mayoritariamente positiva.

Esta observación es de gran interés para iniciar un análisis de la sustentabilidad en base a sus tres dimensiones haciendo notar que es sostenible y se tiene una impresión positiva en la posibilidad de llevarlo a cabo. (Elaboración propia)

4.1 Análisis de la sustentabilidad del uso de los biofertilizantes a base de

residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz, con base en las tres dimensiones de sustentabilidad.

La sustentabilidad no es solo son para proyectos grandes, pero en este caso los biofertilizantes a base de residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz recaen más responsabilidad en la sustentabilidad por la producción, y la difusión podríamos decir que, si es sustentable en base sus tres dimensiones la ambiental, social y económica, si se toman en cuenta las sugerencias si se les da la importancia que merecen. (Elaboración propia)

4.2 Análisis de la dimensión ambiental.

Uno de los puntos que se toman en cuenta por parte de las personas encuestadas este proyecto puede mejorar la dimensión ambiental al reducir la contaminación y mejorar la calidad del suelo, así como la reducción en la contaminación de los residuos pesqueros que son tirados a los ecosistemas acuáticos.

La reducción de la contaminación es el punto principal, esto se denota por la reducción de fertilizantes tradicionales que pueden dañar la calidad del suelo, causar erosión e incluso ser nocivos para la fauna local, así como reducir la calidad de la producción para consumo humano. (Elaboración propia)

4.3 Análisis de la dimensión social

En esta dimensión el punto más importante a notar es que se tiene la sensación de que la calidad de vida de las personas puede mejorar al aumentar la calidad y la producción de los cultivos, es importante pensar que un porcentaje importante de población admite no estar segura si esto mejorara la equidad de alguna forma, pero piensan que aumentar la conciencia , y capacitar a los pescadores y a los agricultores locales acerca del uso de los biofertilizantes a base de desecho pesqueros puede tener un excelente impacto social y una mejora comunitaria general. (Elaboración propia)

4.4 Análisis de la dimensión económica

Dentro de este punto es necesario dar a conocer que el obstáculo más grande del que se tiene

conocimiento es las grandes empresas que ya se dedican a esto lo cual puede ser un punto tanto positivo como negativo ya que esto hará fácil una obtención rápida de producto, pero este no será producido en la región ya que a día de hoy no existen empresas en la zona dedicadas a la producción de estos biofertilizantes.

Se tiene como respuesta de la población encuestada que esto tiene el potencial para crear una derrama económica si se comienza a hacer de manera local ya que reunir todo lo necesario para producir estos fertilizantes de manera local es factible, y si el costo es el adecuado y la publicidad es estratégica los agricultores locales están abiertos a comenzar a utilizar este producto de manera adecuada. (Elaboración propia)

4.5 Conclusión

Para finalizar con la investigación sobre la sustentabilidad de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, es importante destacar cómo esta iniciativa surge del interés en abordar la problemática ambiental local desde una perspectiva integral. Al enfocarse en las tres dimensiones propuestas por Barber y Zapata, se logra un análisis profundo que abarca diversos aspectos relevantes para la comunidad.

El uso de biofertilizantes provenientes de residuos pesqueros se presenta como una solución innovadora y sustentable para mejorar la calidad del suelo, reducir la contaminación y promover una mejor gestión de residuos en la región. Además, esta iniciativa conlleva beneficios socioeconómicos significativos, como la generación de empleos locales y el fortalecimiento de la economía circular en la zona.

Sin embargo, es crucial destacar que aún existen desafíos por superar. La falta de publicidad y difusión sobre los beneficios de los biofertilizantes puede limitar su adopción y expansión en la

comunidad. Asimismo, la capacitación adecuada de los actores involucrados en la producción y aplicación de estos insumos es fundamental para garantizar su eficacia y sostenibilidad a largo plazo.

En conclusión, se evidencia que la implementación de biofertilizantes derivados de residuos pesqueros en Tuxpan, Veracruz, es factible en las tres dimensiones de sustentabilidad propuestas. No obstante, se requiere un esfuerzo adicional en materia de promoción, capacitación y difusión para maximizar su impacto positivo en el medio ambiente y en la comunidad local. Este proyecto no solo representa una oportunidad para mejorar la calidad del suelo y reducir la contaminación, sino que también contribuye al desarrollo socioeconómico de la región. (Elaboración propia)

Referencias

Adesina, A. A., & Zinnah, M. M. (1993). Technology Characteristics, Farmers' Perceptions and Adoption Decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*. Vol. 9, pp 297-311.

Ahmed, Z., Alnuaimi, A., Askri, A., & Tzortzakos, N. (2021). Evaluation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) production under hydroponic system: nutrient solution derived from fish waste vs. inorganic nutrient solution. Academic Editors: Anastasios Siomos and Pavlos Tsouvaltzis. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090292>

Akram, U., Quttineh, N., Wennergren, U., Tonderski, K., & Metson, G. (2019). Enhancing nutrient recycling from excreta to meet crop nutrient needs in Sweden. *Partial Analysis*.

Alcantar, G. G., & Trejo, T. L. (2007). *Nutrición de Cultivos*. Colegio de Postgraduados. Ed. Mundi Prensa. Montecillos, Edo. de Méx., México.

Alvarado, S. & Castillo, E. (1996). La comercialización de fertilizantes en México. Artículo.

Amiza, M. A., Kong, Y. L., & Faazaz, A. L. (2012). Effects of degree of hydrolysis on physicochemical properties of cobia (*Rachycentron canadum*) frame hydrolysate. *Int Food Res J*, 19(1), 199 – 206.

Aguirre, M., & Goyes, F. (2017). Implementación de abonos orgánicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en la finca la esperanza, vereda el Carmelo, municipio de Mallama, departamento de Nariño. Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales.

Alvarez, L., Vargas, J., & García, L. (2018). Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*, 14(28-29), 1-10.

Arango, M. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. Corporación Universitaria Lasallista.

Artículos:

Bachmeier, O., Buffa, E., Hang, S., & Ringuelet, A. (2004). Bases para el diagnóstico y manejo de la fertilidad edáfica en cultivos de la región semiárida argentina. Córdoba, Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N.C.

Baker y Senef (1995). Chapter 8: Copper. Heavy metals in soils. Alloway, B.J. London, Blackie Academic and Professional: 179-205 p

Belén, D. R., Moreno, M. J., García, D., Medina, C., & Sidorovas, A. (2007). Caracterización de un hidrolizado proteico enzimático obtenido del pez caribe colorado (*Pygocentrus cariba* Humbolt, 1821). *Interciencia*, 32(3), 188 – 194.

Benhabiles, M. S., Abdi, N., Drouiche, N., Lounici, H., Pauss, A., Goosen, M. F. A., & Mameri, N. (2012). Fish protein hydrolysates production from sardine solid waste by crude pepsin

enzymatic hydrolysis in a bioreactor coupled to an ultrafiltration unit. *Mater Sci Eng*, 32(4), 922 – 928.

Bhaskoro, P., Tjahjaningsih, W., & Mubarak, A. (2020). The effect of addition of fish bone meal on the concentration of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) in seaweed liquid organic fertilizer of *Gracilaria* sp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441. DOI:10.1088/1755-1315/441/1/01214

Bockman, O., Koarstad, O., Lie, O., & Richards, I. (1993). *Agricultura y fertilizantes- Hydro Aeri, Nork Hy dro A.S., Oslo Noruega*.

Campos, M., Campos Carles, S. P., Garré, V., González Besteiro, F., Mayer, J., Micheloud, L., Pederiva, & Udaquiola, N. (2012). *Mercado de fertilizantes: la Argentina y el mundo*. AACREA. 1ª edición. Buenos Aires, Argentina. 96 p.

Cakmak, I. (2018). *Papel del fósforo y azufre en el crecimiento y formación de rendimiento. Curso internacional sobre nutrición de cultivos*. Intagri. México.

Cadahía, C. (2008). *Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. Madrid: Mundi-Prensa.

Carrillo, J. (2003). *Evaluación de densidad de siembra de tomate (Lycopersicum esculentum) en invernadero*. *Agronomía Mesoamericana*, 85-88 pp.

Castellanos, J. Z. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelo y planta*. 2da edición. Intagri. Guanajuato, México. 186 p.

Casanova, O., & Barbazan, M. (2002). *Fertilizantes – Depto. de Publicaciones Fac. de Agronomía*. Montevideo. Uruguay.

Coelho, J., Prieto, M., Dowling, S., Hennessy, A., Casey, I., Woodcock, T., & Kennedy, N. (2018). *Physical-chemical traits, phytotoxicity and pathogen detection in liquid anaerobic*

digestates. Waste Management, 78. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.017>

Conapesca (2011). Anuario estadístico de acuacultura y pesca. Mazatlán, Sinaloa. Edición 2011. México. 305 pp.

Dávila, T. L. A., & Zambrano, S. A. R. (2020). Revisión de estrategias sostenibles para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las organizaciones. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 7(2), 76-94.

Engelstad, O. P. (1985). Fertilizer. Technology and use third edition – Soil science society of america madison, wisconsin. USA.

Faostat. (2020). Fertilizantes por nutriente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO (2013). Manual de compostaje del agricultor - experiencias en América Latina. Santiago de Chile. 107 pp.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002). Los fertilizantes y su uso. Roma.

FAO: (FAO, 2023) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los biofertilizantes: una alternativa para la agricultura sostenible.

García F. y M. F. González Sanjuan. (2013). La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿cómo estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 9, 2-7. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. <http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/issue/ia-lacs-2013->

García F. y N. Darwich. (2009). La fertilización: tecnología para sostener la productividad de nuestros suelos. In: La Argentina 2050: la revolución tecnológica del agro. Hacia el desarrollo integral de nuestra sociedad. D. Ricci (coord.). 1a. ed. Buenos Aires. Cámara de Sanidad

Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). pp. 417-445. ISBN 978-987-1563-00-5.

Gómez-Merino, F. C., & Martínez-Yrizar, A. (2017). Harina de pescado como fertilizante: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1333-1345.

Hernández, J. C., García, M. A., & López, R. M. (2020). Biofertilizantes a base de residuos pesqueros: una alternativa para la agricultura sustentable en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 157-172.

IPNI. (s.f.). Fuentes de nutrientes específicos. International Plant Nutrition Institute (IPNI).

Jazmín, D. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *Conciencia Tecnológica*, Núm. 58.

Laos, Mazzarino, Walter, Roselli, Satti y Moyano (2002). "Composting of fish offal and biosolids in northwestern Patagonia." *Bioresource technology*, 81, 179.

Melgar R. y Díaz Zorita M. / INTA. (1997). Bases para el diagnóstico y manejo de la fertilidad edáfica en cultivos de la región semiárida argentina. La fertilización de cultivos y pasturas. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur.

Méndez, V. (2017). Factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de abono orgánico a base de cactus nopal en el departamento de la Guajira Colombia. Universidad Santo Tomás.

Molina, E. (2003). Características y manejo de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio. En Meléndez, G.; Molina, E. (eds.). *Fertilizantes: características y manejo*. CIA-UCR/ACCS. Costa Rica. 30-57 p.

Pérez (2020). Uso de fertilizantes de residuos pesqueros en el estado de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), 457-468.

Ríos-Sotelo, A., & Tejeda-Cruz, E. (2018). Efecto de la harina de pescado como fertilizante en el crecimiento de plantas de maíz. *Revista Chapingo*, 14(1), 17-26.

Rodríguez, N. F. (2019). Potasio. Curso-taller para la formulación de programas de fertilización. Intagri. México.

Sagyp (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación) - CFA (Consejo Federal Agropecuario). (1995). Alerta amarilla. El deterioro de las tierras en la República Argentina. Buenos Aires.

Sánchez-Monge, E., & Sánchez-Monge, A. (2019). El uso de la harina de pescado como fertilizante orgánico en la agricultura. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 36(1), 1-14.

Sosa et al., 2018: (Sosa et al., 2018) Sosa, L. E., & González, R. M. (2018). Evaluación del potencial de los biofertilizantes a base de residuos pesqueros para la agricultura en Tuxpan, Veracruz. *Revista Internacional de Contaminación*.

Thompson L. M. y Troeh F. R., (1988). Los suelos y su fertilidad. Barcelona, Ed. Reverté.

Tisdale, S., Nelson, W., Beaton, J., & Havlin, J. (1993). *Soil fertility and fertilizers – fifth edition*. Macmillan Publishing Company. New York. USA.

Álvarez, L., Vargas, J., & García, L. (2018). Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*, 14(28-29), 1-10.

Anexos

El objetivo de este cuestionario es recabar información respecto a la sustentabilidad en base a sus tres dimensiones del modelo Modelo Barber-Zapata (Barber y Zapata, 2009) acerca de los fertilizantes de residuos pesqueros en Tuxpan Veracruz, debido a que esta investigación es parte de la elaboración de una tesis del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache Ver. No hay respuestas correctas o incorrectas. Por ello le pedimos que señale lo que piensa con toda sinceridad ya que de acuerdo a la información proporcionada se estará en condiciones de obtener resultados objetivos. (Elaboración propia)

Instrucciones: Responder de acuerdo a lo que se indique

Fertilizante biodegradable de desechos pesqueros en Tuxpan

Este cuestionario está diseñado para ser respondido por productores agrícolas, autoridades municipales, académicos y otros actores involucrados en el desarrollo del fertilizante biodegradable de desechos pesqueros en Tuxpan, Veracruz. Las preguntas están diseñadas para evaluar la sustentabilidad del fertilizante.

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros es una alternativa económica para los productores agrícolas de Tuxpan?

- ☐ SI
 - ☐ NO
 - ☐ NO LO SE
-

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede reducir los costos de producción agrícola en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede generar ingresos adicionales para los productores agrícolas de Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros contribuye a la reducción de la contaminación ambiental en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede mejorar la calidad del suelo en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede contribuir a la conservación de la biodiversidad en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede generar empleos en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Cree que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede mejorar la calidad de vida de los productores agrícolas de Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Considera que el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros puede contribuir a la equidad social en Tuxpan?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NO LO SE

¿Qué otros beneficios considera que puede generar el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros en Tuxpan?

Texto de respuesta largo

¿Qué desafíos considera que enfrenta el fertilizante biodegradable de desechos pesqueros para su implementación en Tuxpan?

Texto de respuesta largo

¿Qué recomendaciones haría para mejorar la sustentabilidad del fertilizante biodegradable de desechos pesqueros en Tuxpan?

Texto de respuesta largo