



Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

Propuesta de localización de un almacén para productos agrícolas y selección de una tecnología para aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos basado en estudios de supervivencia y en geoposicionamiento. Caso de estudio: pequeños productores en la parroquia de Susudel

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Industrial

Autor:

Karen Melissa Salazar Méndez

Director:

Juan Carlos Llivisaca Villazhañay

ORCID:  0000-0003-2154-3277

Cuenca, Ecuador

2024-08-30

Resumen

Esta investigación se basa en el caso de estudio de pequeños productores en la parroquia de Susudel, del cantón Oña, en la provincia del Azuay, en la comunidad denominada “Luz y Sal”. La propuesta de localización de almacén y de la tecnología de aprovechamiento de residuos agrícolas se analizó mediante geoposicionamiento en el software QGIS y se tomaron cuatro restricciones en cada localización. Las restricciones fueron: 1. cercanía al Mercado Nuevo Susudel, 2. cercanía a fuentes de agua, 3. accesibilidad en la vía y 4. tipo de camino. En base a la calificación de cada factor, se determinó que la mejor zona para colocar el almacén y la tecnología es la zona B, cercana a la vía principal de Susudel. La tecnología se seleccionó en base a los residuos que el Mercado genera y con análisis estadístico de estudios de supervivencia, determinando de esta forma que la tecnología de mayor probabilidad de éxito es la creación de compost. El análisis de supervivencia se realizó con la ayuda del software RStudio. Como aporte de esta tesis, se analizó los posibles beneficios sociales, económicos y ambientales que tendrá la implementación de esta tecnología en la comunidad Luz y Sal.

Palabras clave del autor: desechos, Kaplan Meier, pequeños productores



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

This research is based on the case study of small producers in the parish of Susudel, in the canton of Oña, in the province of Azuay, in the community called “Luz y Sal”. The proposed warehouse location and agricultural waste utilization technology was analyzed through geopositioning in the QGIS software and four restrictions were taken in each location. The restrictions were: 1. proximity to the Nuevo Susudel Market, 2. proximity to water sources, 3. accessibility on the road and 4. type of road. Based on the rating of each factor, it was determined that the best area to place the warehouse and technology is area B, close to the main road of Susudel. The technology was selected based on the waste that the Market generates and with statistical analysis of survival studies, thus determining that the technology with the highest probability of success is the creation of compost. Survival analysis was performed with the help of RStudio software. As a contribution to this thesis, the possible social, economic and environmental benefits that the implementation of this technology will have in the Luz y Sal community were analyzed..

Author Keywords: Kaplan Meier, QGIS, probabilidad, waste



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Dedicatoria	10
Agradecimientos	11
1. Introducción	12
1.1. Objetivo general	13
1.2. Objetivos específicos	13
2. Marco teórico	13
2.1. Localización de instalaciones	13
2.2. Importancia de localización de planta	15
2.3. Técnicas de localización de una planta.....	15
2.3.1 Método de ponderación de factores. Variación de Brown y Gibson.....	16
2.3.2 Análisis de clústeres	16
2.5. Almacenamiento y su importancia.....	17
2.6. Tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos agrícolas	19
2.4.1 Compost	19
2.4.2 Papel orgánico.....	20
2.7. Supervivencia de la tecnología de residuos agrícolas	22
3. Metodología	23
3.1. Descripción del caso estudio	23
3.2. Fase 1: Definición de las posibles tecnologías a aplicar	24
3.3. Fase 2: Propuesta de localización de planta.....	25
3.4. Fase 3: Análisis de supervivencia	28
3.5. Fase 4: Análisis de beneficios	28
4. Resultados	29
4.1. Análisis de localización	29

Análisis de distancia	29
Análisis de tipo de camino.....	30
Análisis de inclinación del terreno.....	32
Análisis de cercanía con fuentes de agua	34
Análisis de clústeres.....	35
4.2. Análisis de supervivencia.....	38
4.2.1. Compost	39
4.2.2. Papel orgánico.....	42
4.3. Análisis de beneficios	44
4.3.1. Ambientales.....	44
4.3.2. Económicos	45
4.3.3. Sociales	45
5. Discusión.....	45
6. Conclusiones	47
Referencias	49
Anexos	55
Anexo A: Preguntas de la encuesta	55
Anexo B: Resultados de la encuesta.....	55
Anexo C: Código análisis Silhouette en RStudio	55
Anexo D: Código análisis de supervivencia RStudio	57
Anexo E: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Peso de residuos.....	57
Anexo D: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Evidencia no clasificación de residuos	58
Anexo E: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Puesto de venta de frutas y verduras	58

Índice de figuras

Imagen 1. Ubicación de Susudel en el cantón Oña, Provincia del Azuay	23
Imagen 2. Diagrama de flujo de la metodología seguida	24
Imagen 3. Posición de los puestos de los vendedores en el Mercado de Nuevo Susudel ...	25
Imagen 4. Localización de los puntos de la tabla 1.....	27
Imagen 5. <i>Distancia y rutas entre los puntos propuestos y la zona objetivo marcada en QGIS</i>	29
Imagen 6. <i>Clasificación de las vías de Susudel entre cada punto</i>	31
Imagen 7. <i>Vía pavimentada</i>	31
Imagen 8. <i>Vía no pavimentada</i>	32
Imagen 9. <i>Pendientes en el territorio de Susudel</i>	33
Imagen 10. <i>Pendientes en los puntos de localización</i>	33
Imagen 11. <i>Cuerpos de agua en un radio de 750 metros</i>	34
Imagen 12. Curva de probabilidad de supervivencia de una planta de producción de compost según su producción.....	41
Imagen 13. Curva de supervivencia de una planta de producción de compost según el tiempo de supervivencia	41

Índice de tablas

Tabla 1. Localizaciones propuestas.....	25
Tabla 2. <i>Distancia y rutas entre el mercado Nuevo Susudel respecto a cada punto</i>	30
Tabla 3. <i>Calificación de vías asignadas a cada lugar</i>	32
Tabla 4. <i>Pendientes registradas en la coordenada y en la ruta</i>	34
Tabla 5. <i>Cantidad de cuerpos de agua en un radio de 750 metros</i>	35
Tabla 6. Clusterización realizada a partir de QGIS - grupos asignados según el número de clústeres.....	36
Tabla 7. <i>Clasificación de los puntos de localización según su clusterización</i>	36
Tabla 8. Resumen de las características de cada localización.....	37
Tabla 9. <i>Resultados objetivos por punto de localización.....</i>	37
Tabla 10. <i>Resultados subjetivos por punto de localización.....</i>	37
Tabla 11. <i>Resultados del método Brown-Gibson</i>	38
Tabla 12. Información de supervivencia de compost	40

Dedicatoria

A mi madre, por su amor incondicional y su constante apoyo, por ser madre, amiga, confidente y mi ejemplo a seguir.

A mi padre, cuya invaluable ayuda en la recolección de datos hizo posible este trabajo.

A mis hermanas, por sacarme una sonrisa cuando me sentía aturdida y por ser una razón más para no rendirme.

A mi madrina, por ser mi confidente.

A mis abuelos, por su cariño y cuidado.

A mi mejor amigo, una amistad sincera, cuyas palabras de aliento y su escucha jamás faltaron.

A mis amigos, por brindarme los mejores momentos de mi juventud y apoyarme incondicionalmente.

Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Ing. Juan Llivisaca por guiarme en este camino de escritura e investigación con gran paciencia. Sus conocimientos y asesoría han sido esenciales en el desarrollo de este trabajo.

También agradezco al Grupo de Investigación IMAGINE por la integración y por proporcionarme los recursos necesarios para este trabajo, parte del proyecto Enhancing the AGRifOod Supply Chain towards Industry 5.0 (AGRO 5) in the Ecuadorian Andes.

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por su apoyo y amor incondicional, sin ellos, la finalización de este trabajo no hubiera sido posible.

1. Introducción

Los pequeños productores de la comunidad Luz y Sal de la parroquia de Susudel son en su mayoría personas de tercera edad con pocos recursos económicos que viven de los ingresos que generan de sus cultivos y ventas en el Mercado Nuevo Susudel, dentro de su misma comunidad. En este contexto, es necesario potenciar su producción y ventas, además de aprovechar los residuos que se generen de las ventas de sus productos.

Dentro de la producción, la creación de un almacén para productos perecederos es vital para minimizar la pérdida de productos por deterioro, lo cual genera costos económicos y pérdida de trabajo. Diversos estudios han demostrado que el análisis de localización de instalaciones, almacenes o plantas de producción son esenciales para minimizar costos y potenciar las ganancias, es decir, permiten elegir la localización cuyo beneficio sea el mejor.

De igual forma, los residuos directos que se obtengan de los productos agrícolas, se convierten en pérdidas, que podrían aprovecharse para generar otros productos útiles para su uso dentro de la comunidad y para venta de los mismos. Existen diversos estudios sobre la posibilidad de aprovechar residuos mediante tecnologías como la elaboración de compost o de papel orgánico, incluyendo su análisis de beneficios económicos, sociales y/o ambientales.

Esta propuesta analiza diferentes localizaciones para establecer un almacén destinado a los productos agrícolas generados por la asociación y la comunidad. Además, evalúa la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante estudios de geoposicionamiento y supervivencia, en conjunto con análisis de beneficios sociales, ambientales y económicos esperados para la comunidad.

Al realizar el análisis de geoposicionamiento permite determinar la mejor localización para el almacén y la tecnología, logrando que la comunidad minimice costes y tiempo en el transporte al lugar, e incluso, reducir riesgos al ingresar por caminos no aptos para personas de tercera edad. De igual forma, el análisis de supervivencia de la tecnología permitirá conocer la probabilidad de supervivencia en el tiempo de un tipo de tecnología aplicable con los residuos directos que se obtengan de los productos. Esto permite conocer si tendrá probabilidad de permanecer en el tiempo y es un factor decisivo para decidir si invertir inicialmente o no en insumos y espacio necesario para la implementación de la tecnología. Esta decisión se encuentra acompañada del análisis de los beneficios a obtener de su implementación.

Esta investigación utilizó un enfoque no experimental. Se recolectó datos de las posibles localizaciones en Susudel y se analizó sus características mediante el programa QGIS 3.34.7.

Se comenzó con una investigación bibliográfica de estudios similares a este caso sobre la cantidad de residuos que se generan, si lograron sobrevivir en el tiempo con la tecnología o no y sus beneficios. Además, se planificó y aplicó una encuesta a los vendedores en el Mercado de Nuevo Susudel para obtener información sobre el tipo y la cantidad de residuos generados para determinar los tipos de tecnologías aplicables.

1.1. Objetivo general

Proponer la localización de un almacén para productos agrícolas y selección de una tecnología para aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos basado en estudios de supervivencia y en geoposicionamiento, en la parroquia de Susudel.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las diferentes tecnologías de aprovechamiento de residuos orgánicos de la agricultura y determinar las mejores tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para los pequeños productores agrícolas.
- Analizar la supervivencia de las tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
- Determinar los diferentes beneficios económicos, sociales y ambientales de la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
- Analizar la zona de la planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

2. Marco teórico

2.1. Localización de instalaciones

La localización de una planta o de una instalación consiste en elegir un lugar geográfico donde posicionar tal instalación para realizar distintas operaciones de una empresa, ya sea de producción, de venta o de almacenamiento de materia prima, producto terminado o en proceso (Vera, 2021). El análisis de la localización de planta es realizado para elegir una localización (coordenada geográfica) de distintas opciones, esto se realiza a través de distintos métodos y prioridades que den como resultado la mejor objetiva y subjetivamente, estos factores de análisis pueden cambiar dependiendo del tipo de instalación (Vera, 2021).

La necesidad del análisis de localización de planta surge al tratar de minimizar costos (como de transporte) o de impactos (como el clima) en el producto, la empresa o en las personas externas e internas, para esto, se analizan distintos factores en base a diferentes métodos dependiendo de las necesidades de producción, transporte, almacenamiento, entre otras (Vera, 2021).

La decisión de la localización provoca grandes impactos debido a que es necesario analizar factores como costo, rentabilidad, tiempos de respuesta o cercanía a determinados lugares de acuerdo a la actividad llevada a cabo. Inclusive, algunas veces es necesario analizar permisos, leyes y aceptación de los moradores cercanos a la zona de localización (Carro Paz & González Gómez, 2012). En el análisis de la localización de planta se considera que uno de los factores más importantes es la cercanía de las fuentes de insumos y materia prima para disminuir costos de transporte. Además, para el análisis de la localización de instalaciones se aplican diferentes métodos dependiendo de las necesidades de la organización. Según Bocangel Weydert et al. (2021) existen cuatro tipos de localización:

- *Localización de una sola instalación:* es una instalación, generalmente nueva, que no tiene interacción con otras sucursales o almacenes. Es más sencilla en cuanto a su análisis por su poca interacción con otros locales de la misma franquicia, es decir, se analiza la localización de una instalación que no tiene interacción con otras instalaciones. Los factores a analizar son múltiples como costos de mano de obra, servicios comunitarios, permisos, transporte, costos de terreno, impuestos, entre otros. De igual forma, existen distintos métodos de evaluación para su análisis.
- *Localización de múltiples fábricas y depósitos:* en este análisis, se evalúa la localización de varias instalaciones las cuales tienen relación entre sí, ya sean fábricas, almacenes, depósitos, entre otros. Los costos de distribución y de producción de todos se verán afectados por la decisión de la localización, por ello, su análisis considera como criterio principal la reducción de costos de una red de plantas de producción, de distribución y de depósitos y no individualmente.
- *Localización de comercios competitivos al por menor:* se refiere a micro o a pequeñas empresas, las cuales su nivel de ventas es afectado por la distancia que los clientes deben recorrer hasta la localización propuesta, incluyendo la comparación con respecto a la competencia. Es decir, aun siendo productos de mayor calidad, los clientes podrían preferir a la competencia debido a la distancia, especialmente al ser microempresas donde sus clientes iniciales son los moradores de un sector.
- *Localización de servicios de emergencia:* el principal criterio de selección para la localización de los servicios de emergencia es el tiempo de respuesta ante las distintas urgencias que se puedan presentar. Algunos servicios de emergencia son los hospitales, deben enviar ambulancias a diferentes sectores, la policía al acudir con patrullas o motorizados y servicio de bomberos que se dedican al auxilio o rescate de la vida de las personas.

2.2. Importancia de localización de planta

La importancia de la localización de una planta o instalación radica en que su decisión conlleva a una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo debido a que la infraestructura necesita una inversión alta o costosa que no es fácilmente recuperable o incluso puede no ser recuperable (Bocangel Weydert et al., 2021). Además, esta decisión es un factor que afecta a la capacidad competitiva de la empresa. Una decisión incorrecta creará limitaciones como costos de oportunidad y pérdidas de inversión considerablemente altas mientras que la correcta, apoya en la minimización de costos y oportunidades de crecimiento o de apertura en el mercado (Vera, 2021). Debido a esto, el análisis de la localización no es una conclusión la cual debe ser tomada a la ligera o como algo de baja importancia. Debe realizarse con factores relevantes, es decir, si existen pocos factores que analizar o, por el contrario, existe gran cantidad de factores innecesarios, el análisis no sería el más óptimo (Bocangel Weydert et al., 2021).

La decisión de la localización de una instalación es importante cuando existe un mercado en expansión, la introducción de nuevos productos o servicios, cambios en la demanda, agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas, la obsolescencia de una planta de fabricación, la presión de la competencia, cambios en otros recursos como la mano de obra u otros. Además, se debe reconocer que la localización de una instalación puede considerarse óptima al momento del análisis con los factores actuales, es decir, a futuro, debido a cambios en la legislación, cambio en las necesidades de las personas o cambios en el clima que no son predecibles o esperadas, la localización elegida pueda dejar de ser óptima (Carro Paz & González Gómez, 2012).

2.3. Técnicas de localización de una planta

Para el análisis de la localización de una planta o de una instalación se recomienda primero identificar los factores importantes o críticos sobre la localización y separarlos de los secundarios, recopilar datos acerca de las opciones de localización y analizarlos, incorporar el análisis de los factores cualitativos correspondientes a cada sitio y fusionar los cuantitativos y cualitativos. Los factores dependen de las necesidades que se requieran en la producción o en el servicio, en general, de la utilidad que se le dará a la planta o instalación en específico y, además, se recomienda un análisis de al menos cinco puntos de localización y un máximo de quince (Bocangel Weydert et al., 2021; Vera, 2021). Para el análisis de la localización de una planta existen distintos métodos o técnicas de las cuales se mostrarán dos:

2.3.1 Método de ponderación de factores. Variación de Brown y Gibson

Esta técnica, conocida también como matriz de preferencias o método sinérgico, consiste en determinar diferentes factores cuantitativos (objetivos) y cualitativos (subjetivos) de una localización (Vera, 2021). Los factores objetivos son los factores dominantes que tendrán mayor peso en la ponderación futura en el análisis (Valencia Napán, 2019). Son los de mayor importancia y peso. Estos se miden en factores monetarios como son costo de materia prima, de transporte, de suministros, entre otros. Estos representan el 70% del peso total de los factores (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Los factores cualitativos son los factores de preferencia que, si bien no afectan directamente a los costos, son los factores que, por distintas razones, se prefiere que la localización cumpla, ya sea por beneficio de los empleados, restricciones ambientales, climas, políticas de empresas, entre otras (Valencia Napán, 2019). A los factores cualitativos se les atribuirá valores ponderados de peso relativo sobre la base cuya suma sea igual a uno, de acuerdo con la importancia que se les atribuye. Estos factores varían dependiendo de los requerimientos de la planta (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Algunos factores de análisis comunes son materia prima (disponibilidad, sustitutos, fuentes, costo); mercados; control ambiental; energía eléctrica y combustibles (fuentes, calidad, cantidad, costo); agua (costos, calidad, cercanía); factores de la comunidad (aspectos culturales, religiosos, educación); terreno (características, estructura del suelo, acceso a servicios); condiciones climáticas; medios de transporte; y, mano de obra (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Una vez determinados los factores principales y secundarios, para cada localización propuesta, se le asigna una calificación en cada factor determinado, de acuerdo a una escala definida como por ejemplo de cero a cinco. Finalmente, los factores objetivos y subjetivos son ponderados, se prefiere una asignación de 70% y 30%; respectivamente, y se suman para cada localización y el puntaje mayor es el que determina la localización ideal (Carro Paz & González Gómez, 2012).

2.3.2 Análisis de clústeres

Los sistemas de información geográfica QGIS y ArcGIS son herramientas que permiten la visualización de coordenadas, caminos, creación de mapas y otras funciones. Estas herramientas ayudan en el análisis de localizaciones mediante clústeres. Los softwares QGIS y ArcGIS sirven para trabajar con datos geoespaciales y realizar análisis espaciales, sin embargo, estos dos programas cuentan con una principal diferencia.

QGIS se encuentra bajo la licencia de GNU (General Public License) y es un proyecto creado a partir de voluntarios para creaciones de código, correcciones de errores y aportes de documentación. La comunidad de este software apoya a los usuarios del mismo cuando existen errores en la ejecución del mismo. ArcGIS cuenta con tres tipos de licencias para el usuario, es decir, debe ser adquirido mediante compra por el usuario y cuenta con distintas herramientas de análisis de mapas y datos. En resumen, las dos herramientas cumplen funciones similares, aunque usuarios afirman que ArcGIS es mucho más intuitivo y fácil de usar además de que contiene muchas más funciones (Morales, 2021).

Sin embargo, ambas herramientas permiten realizar el análisis de clústeres a través del ingreso de características en forma de datos cuantitativos de las diferentes coordenadas propuestas mediante el método de K-means y para trabajar en estos programas, las coordenadas ingresadas en ambos softwares deben ser presentadas en el formato WSG84 en lugar de altitud y latitud (Morales, 2021).

Los clústeres son el número de agrupamientos de datos espaciales cercanos entre sí, esto simplifica y facilita la visualización y el análisis de estos conjuntos de datos. Los clústeres, en QGIS y en ArcGIS, se representan como puntos agrupados en una ubicación cercana y, al seleccionar los puntos, se puede leer la información de cada uno. Con estas herramientas, se pueden definir áreas de relación entre las distintas ubicaciones que existen y determinar que ubicación posee mejor relación con las distintas variables a las cuales se analice. Los clústeres se analizan en base a la similitud entre las distintas variables de estudio de las distintas localizaciones. Esta información puede ser modificada las veces que sea requerida y los clústeres cambiarán con ella (Vicens, 2019).

El tipo de clúster disponible en QGIS es k-medias. Este tipo de clusterización se basa en un algoritmo de segmentación que asocia distintos elementos en grupos según la similitud que existen entre ellos mediante el análisis de los centros de cada clúster o agrupación hacia las posiciones medias de los datos. Reasigna los elementos en cada grupo hasta que no existan variaciones significativas entre los grupos finales. Los datos se asignan en un grupo dependiendo de la cercanía a los centroides. Además, este método es utilizado mayormente en donde no existe gran cantidad de conjuntos de datos (Romero, 2023).

2.5. Almacenamiento y su importancia

Un almacén se lo conoce como el lugar físico destinado a guardar los productos de una organización, ya sea de materia prima, producto en proceso o producto terminado. Es el lugar donde se realizan funciones de recepción, manipulación, conservación, protección y posterior

expedición (McGraw Hill Education, 2013). Los almacenes forman parte de la cadena de suministro de un producto debido a que es parte del intercambio de productos e información entre los clientes y los productores (Machuca Rey, 2021). Además, permiten la estabilización de la demanda, favorece para que la producción sea continua y contribuye a un suministro permanente para los clientes. Los almacenes son necesarios cuando el tiempo de producción es bastante amplio o cuando su tiempo de vida no es considerablemente bueno en condiciones ambiente (McGraw Hill Education, 2013).

El almacenaje consiste en tener un tratamiento especializado en los distintos productos que son destinados a permanecer en el mismo por un periodo de tiempo estipulado. Sin embargo, este procedimiento no agrega valor al producto y conlleva una serie de costes e inversiones altas en personal de control de inventario, maquinaria y equipos de ser necesario y servicios básicos. Las operaciones de manutención en el almacenamiento pueden ser simples o complejas. Las simples suelen ser realizadas de manera manual y con pocos productos mientras que las complejas son automatizadas y con gran volumen de productos (McGraw Hill Education, 2013).

A partir de estudios realizados sobre costos, se ha descubierto que alrededor del 30- 40% de los costos totales de distribución son debido al almacenamiento de los productos y de estos hasta el 42% son parte de la instalación del mismo (UMB, 2013). Cuando existen productos perecederos, los almacenes cubiertos son esenciales para garantizar la protección que estos productos necesitan, esta función se la conoce como mantenimiento de los productos. Otras funciones del almacén son la recepción e identificación de los productos, registrar la cantidad de productos que ingresan y salen, custodiar y despachar los productos, todo esto de manera cómoda, rápida y sencilla (UMB, 2013). Para cumplir con las funciones del almacenamiento y reducir costos, se debe realizar un análisis completo de las necesidades del producto, clientes y productores. Entre estas se encuentra el análisis de la localización del almacenamiento (Salvatierra Marchant, 2019).

Los productos perecederos son los productos de origen biológico cuya composición física y química permiten que se deterioren rápidamente, perdiendo sus propiedades iniciales debido a factores físicos externos como lo son la humedad, la temperatura, la presión atmosférica y procesos microbianos. Entre estos productos, se encuentran las plantas medicinales y los vegetales o frutas cosechadas. Estos productos deben ser conservados mediante diversos métodos dentro de un lugar seguro con el objetivo de que su tiempo de deterioro aumente considerablemente y se prolongue su vida útil, disminuyendo los microorganismos causantes del deterioro (Salvatierra Marchant, 2019).

2.6. Tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos agrícolas

Los residuos se presentan en todo proceso natural o creado por el hombre y no pueden evitarse, pero si reducirse. Se estima que para 2025, la generación de per cápita será de 1,42 kg/día de los cuales los residuos sólidos orgánicos representarán 0.65 kg/día del total de los residuos generales (Gómez Soto et al., 2019). Las investigaciones sobre las tecnologías de aprovechamiento de residuos orgánicos surgen de las problemáticas de no saber cómo realizar una correcta gestión de los residuos, como son la transmisión de determinadas enfermedades, contaminación del aire, agua, suelos y problemas paisajísticos. A partir de la idea de reducir el impacto ambiental y obtener beneficios con la gestión de los residuos, se han realizado estudios que analizan qué tipo de tecnología puede ser aplicada en diversos tipos de desechos orgánicos (Fernández Colomina, 2005).

Dadas las características químicas y biológicas que los desechos orgánicos de la agricultura poseen, son un recurso valioso para diferentes aplicaciones. Algunas de las tecnologías que se han desarrollado a lo largo del tiempo son la generación de biol, compost, biogas, biochar, bocashi, jabones, biopesticidas, papel orgánico, bioplásticos y bioetanol. Sin embargo, no todas las tecnologías pueden ser aplicadas en todas las empresas u organizaciones y, a su vez, no todos los residuos son aprovechables en todas las tecnologías. Dependiendo de las características de los productos son aprovechados en una tecnología más que en otra (Almendros et al., 2015).

Para elegir la tecnología a aplicar, no solo se espera que se disminuya el impacto ambiental, sino que exista una remuneración procedente de la misma que permita recuperar la inversión inicial y, además, que pueda perdurar en el tiempo.

2.4.1 Compost

El compost es el abono que se obtiene a través de la degradación controlada de heces de animales, vegetales y/o frutas. Para la realización del compost, se puede aprovechar diferentes residuos orgánicos como el tamo de arroz, cáscaras de cacao, repollo, lechuga, restos de césped (de la siega), hojas, paja, serrín, ramas podadas, restos de flores, cáscaras de papas, cáscaras de huevos, cebolla y mango (Alvarado Dávila & Rangel Zambrano, 2021).

Para su elaboración, se evita los restos de pináceas y cupresáceas debido que agregan demasiada acidez al compost, además, no se debe colocar malas hierbas ni plantas enfermas, cáscaras de cítricos, ceniza de madera ni carbón. Al ser una tecnología de aprovechamiento de residuos, ayuda a minimizar el impacto ambiental, además, esta tecnología aporta la mejora de la fertilidad del suelo, su permeabilidad, retención de humedad,

disminuye el proceso de erosión del suelo y ayuda prevenir enfermedades en los cultivos (Adarraga Buzón et al., 2011).

Existen diferentes técnicas que para la creación de compostaje de manera eficaz y efectiva. Un ejemplo es el compostaje de hileras que consiste en una pila con un alto de uno a dos metros y un máximo de cuatro metros de ancho; se debe asegurar que la pila mantenga una temperatura óptima para que el oxígeno pueda ingresar hasta el centro de la pila. Se debe voltear la pila dos veces por semana durante las primeras cinco semanas, luego se voltea una vez cada quince días durante las próximas siete semanas mientras se controla la temperatura, la acidez y la humedad (los valores varían dependiendo de la semana en que se encuentre) (Román et al., 2013).

Otra técnica de compostaje son las pilas estáticas aireadas las cuales consisten en las pilas anteriormente mencionadas, pero sin un volteado manual debido a que se coloca un sistema de aireado automático o semiautomático dentro de la pila. Otro ejemplo de técnica es el sistema Dano o cámara cerrada que es recomendada para grandes empresas por su alta inversión inicial (Román et al., 2013).

En la degradación de los residuos sólidos, la humedad es el principal factor que debe ser controlado debido a que es un parámetro que se encuentra estrechamente relacionado a los microorganismos debido a que el agua permite que los nutrientes y elementos energéticos se transporten a través de la membrana celular de estos. La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 45% al 60% del peso del material a compostar, varía debido a que depende del estado físico del material (que posee o no humedad propia), tamaño de las partículas y el sistema empleado para realizar el compostaje. Si los rangos de humedad inicial disminuyen o aumentan del porcentaje óptimo, la mezcla será biológicamente inestable, no permitiendo la completa degradación o una correcta oxigenación, respectivamente (Román et al., 2013).

Para el análisis de costos de esta tecnología se deben analizar principalmente tres factores los cuales son la técnica de compostaje elegida, la cantidad y tipo de material orgánico a procesar y la cantidad de compost generada para el consumo propio (ahorro en compra de compostaje ajeno) y/o el generado para la venta (Román et al., 2013).

2.4.2 Papel orgánico

Para la producción de papel normalmente se necesitan 2400 kilogramos de madera (entre 17 y 20 árboles) para una producción de una tonelada de dicho producto (Fundación Canal, 2015). Del agua utilizada para su producción, el 85% es utilizada netamente en el proceso y

es contaminada, además, este papel igualmente es desechado tras su posterior uso (Fundación Canal, 2015). Otro problema que resulta de la creación de papel es el espacio necesario para la siembra de árboles de rápido crecimiento, estos consumen nutrientes del suelo y tienden a no reponerlos (Altamirano Chavez et al., 2017). Para reducir el impacto de la tala de árboles y la cantidad de agua utilizada en este producto, se propone la creación de papel orgánico o artesanal.

El papel orgánico se refiere al papel que se realiza a través de la celulosa y lignina en las fibras de vegetales y frutas sin la adición de químicos. Para la elaboración de papel orgánico se puede realizar a través del vástago de plátano, tallos y pétalos de flores o vegetales, cogollo de la piña y pasto (González Velandia & Valencia, 2015).

La materia prima para realizar el papel debe tener un alto contenido porcentual de celulosa y uno bajo de lignina. Al momento de obtener la mezcla para la producción de papel orgánico, la lignina en exceso, por su facilidad de absorción de agua, provoca un exceso de agua en la mezcla y una hinchazón en la fibra, creando una reducción del rendimiento del refinado de la pulpa. Además, la celulosa es la responsable de proporcionar la rigidez (resistencia a la tensión) en el papel, por lo que, dependiendo del tipo de papel, el contenido porcentual buscado en la materia prima, varía. Un gran inconveniente al momento de su producción es que la celulosa presente en la fibra es difícil de aislar por estar fuertemente ligada a la lignina (Cevallos et al., 2021).

Se puede agregar papel reciclado (periódicos, revistas, entre otros) para una mejor resistencia en el producto, el grosor depende de las necesidades requeridas y de la densidad de la mezcla, llegando incluso a ser envases para comida como cajas, platos desechables, canastas y conos, reemplazando así los envases desechables de plástico (poliestireno expandido). Se debe tener en cuenta que este tipo de papel no permite la escritura de lápiz o esfero (Cevallos et al., 2021).

Existen diferentes tipos de tratamiento, como el tratamiento con CaCO_3 o con peróxido de hidrógeno, para obtener la mezcla del papel orgánico y dependiendo de ellos, el brillo y la blancura varía del producto final puede variar. Además, estos también influyen en la acidez del mismo, el rango debe mantenerse entre un 7.5 a 8 de pH. Un valor fuera del rango puede provocar degradación, pérdida de resistencia del material, menor retención de agua en la mezcla y proliferación de microorganismos en la superficie del papel (Cevallos et al., 2021).

2.7. Supervivencia de la tecnología de residuos agrícolas

El análisis de supervivencia busca encontrar datos (variable de interés) sobre el momento hasta que un evento ocurre, es decir, la duración del mismo desde su inicio. El evento se considera cómo una experiencia que le sucede a un sujeto. Este análisis tiene como objetivos el estimar e interpretar diferentes funciones de supervivencia, comparar estas funciones entre sí y/o evaluar la relación de las variables explicativas con el tiempo de supervivencia (Kleinbaum & Klein, 2012).

Para este análisis se debe realizar una recolección de datos de estudios previos donde se obtenga la “muerte” (fallo) del evento o proyecto de estudio y la supervivencia del mismo, es decir, que el evento haya permanecido en el tiempo hasta la actualidad sin pausas. La “muerte” del evento también se considera cuando existen detenimientos para modificaciones de planta, mantenimiento o cualquier actividad de interés que se desee evaluar (Kleinbaum & Klein, 2012).

Con los datos recolectados se puede realizar un análisis mediante la curva de supervivencia de Kaplan-Meier. Esta curva representa la relación del tiempo de los eventos de estudio con la probabilidad de supervivencia de los mismos. Lo usual en esta curva, es que conforme el tiempo aumenta, la probabilidad de supervivencia disminuye. La curva puede ser realizada mediante softwares de análisis de datos como RStudio, para ello se necesitan solo dos columnas, los datos del momento de fallo y de supervivencia de los eventos y diferenciar si los eventos sucedieron o no mediante un código binario de 0 o 1, donde 1 representa que el evento sucedió, es decir, muerte del mismo. En teoría el gráfico de la curva debe ser “smooth curve” o suavizada, es decir, que no presenta puntas o esquinas, sin embargo, en la práctica, con los datos reales, se obtiene una función parecida a una función a trozos (Kleinbaum & Klein, 2012).

El análisis conocido como el test de Log-Rank permite comparar la supervivencia de dos o más grupos de eventos y si existe diferencia significativa entre ellos o no. Este análisis es mucho más complejo que el análisis de Kaplan-Meier por lo que, se debe realizar con apoyo de un software de análisis estadístico. Cuando se evalúan dos clases de eventos o eventos con distintas variables o modificaciones, los dos métodos de análisis son necesarios (Kleinbaum & Klein, 2012).

Este análisis se realizó en el la investigación de Cobo Litardo & Monge García (2023). Se analizó cual es la probabilidad de supervivencia de los emprendimientos o negocios en los distintos cantones de la provincia de Los Ríos en Ecuador y se determinó cuál es la

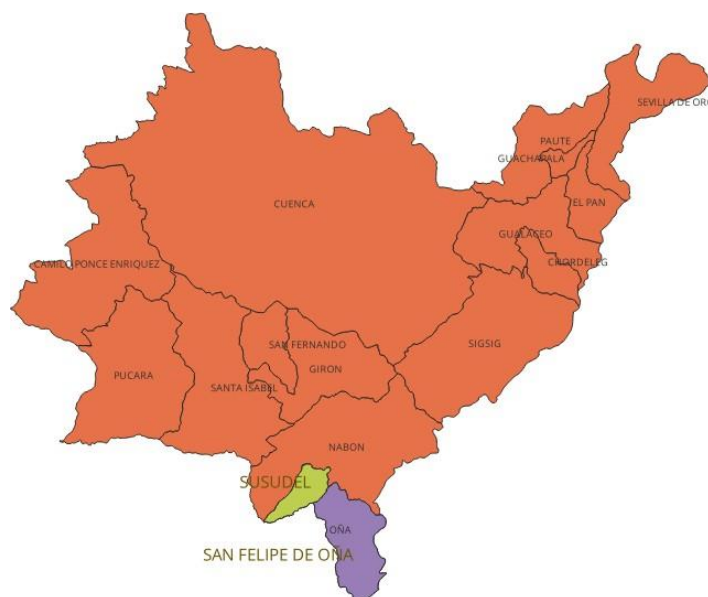
localización donde los negocios sobreviven en el tiempo y es más probable que sea rentable a lo largo del tiempo, determinando así, que, en esta provincia, la localización incide en la supervivencia del negocio. Al igual que este estudio, el negocio es la planta de aprovechamiento de una tecnología de residuos sólidos agrícolas.

3. Metodología

3.1. Descripción del caso estudio

La investigación se concentra en los agricultores de la Fundación Luz y Sal en Susudel. Susudel es una parroquia del cantón Oña que se encuentra en la provincia del Azuay (imagen 1). Los agricultores son en su mayoría mujeres de tercera edad, quienes tienen como objetivo cultivar plantas medicinales y expandir sus ventas a ese mercado. Por ello, se planteó instalar un almacén de estos productos y diferentes cultivos que se encuentre cerca del Mercado de Susudel donde se puede iniciar la venta de los mismos y, además, al estar cerca de este mercado, aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados dentro del mismo.

Imagen 1. Ubicación de Susudel en el cantón Oña, Provincia del Azuay



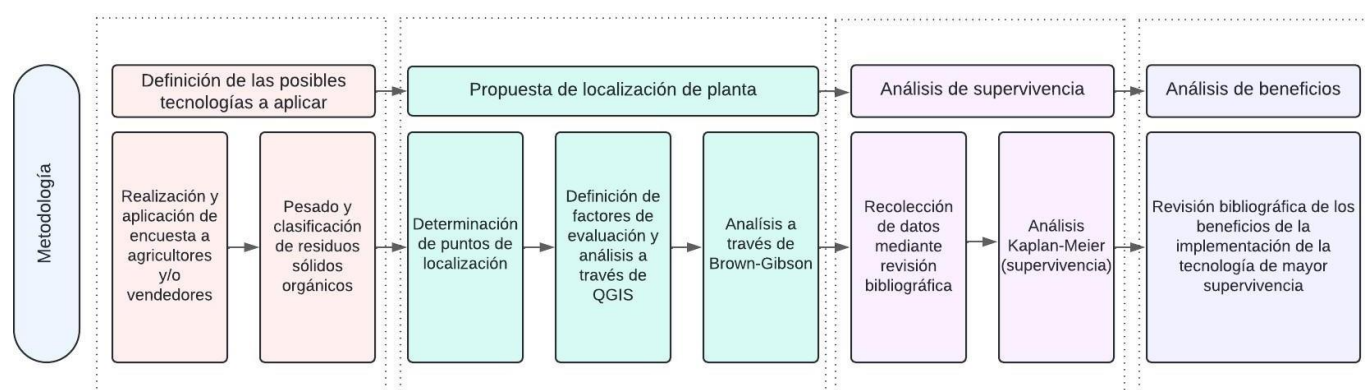
Nota. Imagen realizada con el programa QGIS.

El almacén de productos y la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos debe tener una localización estratégica. La localización se analiza con base en cuatro factores: cercanía con el mercado, tipo de camino, inclinación del terreno y cercanía con fuentes de agua. La cercanía con el mercado es esencial debido a que el trayecto principal será del almacén al mercado y el tiempo y recursos utilizados en el transporte de los productos

deben ser el mínimo posible. El tipo de camino debido a que en Susudel no todos los caminos son pavimentados y el acceso a ellos a pie o con un vehículo a estos lugares es más complicado. La inclinación del terreno (pendientes) se analiza debido a que la mayoría son personas de tercera edad y encontrarse con grandes pendientes en el trayecto puede ser perjudicial para su salud. Y, la cercanía con fuentes de agua es importante debido a que es parte de la producción de compost o de papel orgánico por lo que la localización debe tener fuentes de agua en sus cercanías.

Estos factores se analizaron por separado y mediante clústeres a través de QGIS y la relación entre estos mediante RStudio con el análisis Silhouette. La tecnología se evaluó a través de la probabilidad de supervivencia según los residuos que se producen por la comunidad. Los mapas del cantón de Susudel y otros son obtenidos mediante el Geoportal INEC.

Imagen 2. Diagrama de flujo de la metodología seguida



3.2. Fase 1: Definición de las posibles tecnologías a aplicar

Las tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos agrícolas se plantean a través de la cantidad y del tipo de desechos resultantes, con el objetivo de que justifique la inversión inicial. Para conocer la generación de residuos del mercado se realizó una encuesta a los agricultores (anexo 1) y/o vendedores de frutas y verduras en el mercado de Nuevo Susudel y se pesaron los residuos generados en cada puesto mediante balanzas digitales.

En el mercado de Susudel existen 36 puestos en total de acuerdo a la imagen 3. Estos puestos se agrupan en cinco puestos de ropa (color azul) donde no existe generación de residuos sólidos orgánicos, cuatro puestos de comida preparada (color amarillo), doce puestos donde mayormente se vende verduras (color verde) y quince donde se venden mayormente frutas (color rojo). Los puestos de interés son 27, de los cuáles solo los puestos

que son generadores de residuos sólidos orgánicos son parte del caso de estudio donde se aplicó la encuesta, es decir, los puestos donde mayormente se venden frutas y verduras.

Imagen 3. Posición de los puestos de los vendedores en el Mercado de Nuevo Susudel



3.3. Fase 2: Propuesta de localización de planta

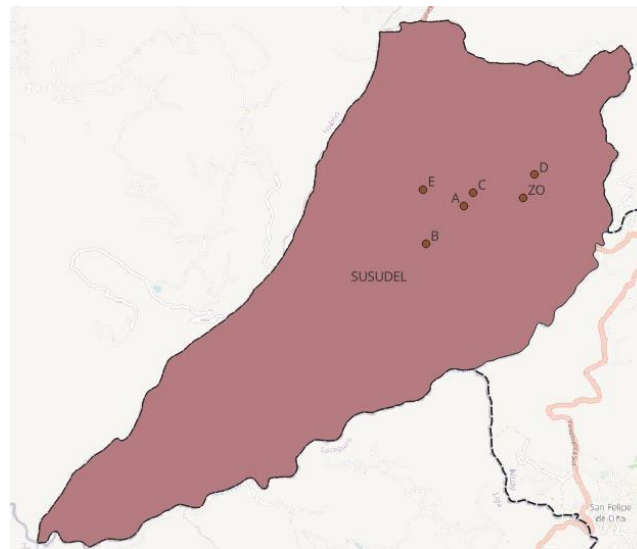
Para la localización del almacén y de la planta de aprovechamiento de residuos se plantearon cinco puntos de referencia descritos en la tabla 1. En esta tabla se encuentra el nombre del sitio, sus coordenadas de latitud y longitud y su respectiva codificación. De igual forma, estos puntos se encuentran localizados en el mapa de Susudel (imagen 3). Los lugares propuestos como zonas de posible construcción del almacén no poseen restricciones legales, sin embargo, en Ecuador, para construcciones mayores en terrenos se debe obtener cuatro documentos que son: la línea de fábrica, aprobación de anteproyecto, aprobación del proyecto y permiso de construcción. Además, no existe rechazo a esta actividad por parte de los residentes. Los lugares se encuentran cerca de los cultivos de algunos agricultores de la zona, son lugares comunales donde se concentra la comunidad en reuniones o terrenos sin ocupar.

Tabla 1. Localizaciones propuestas

Lugar	Código	Latitud	Longitud	Imagen
Comunidad Luz y Sal	A	-3.404028	-79.18586	

Invernadero A	B	-3.412282	-79.193871	
Casa Comunal	C	-3.401269	-79.183807	
Zona 4	D	-3.397386	-79.170708	
Invernadero C	E	-3.400585	-79.194489	
Mercado Nuevo Susudel	ZO	-3.402267	-79.17308	

Imagen 4. Localización de los puntos de la tabla 1.



Nota. Imagen realizada con el programa QGIS.

Para la implementación del método de análisis de clústeres se evaluarán 4 factores subjetivos, los cuales son:

- Cercanía con el mercado: es la distancia en metros medida entre el mercado de Nuevo Susudel y las diferentes coordenadas propuestas como posibles localizaciones del almacén.
- Tipo de camino: se refiere al estado de los caminos o rutas para transportarse de la localización ZO a las coordenadas de cada lugar.
- Inclinação del terreno: se refiere a las pendientes del terreno que son cruciales considerando que son personas de tercera edad. Las pendientes se clasifican en llano o casi llano ($0^\circ - 0.11^\circ$), nivel ($0.12^\circ - 0.29^\circ$), cercano al nivel ($0.3^\circ - 0.57^\circ$), muy ligeramente inclinado ($0.58^\circ - 1.15^\circ$), ligeramente inclinado ($1.16^\circ - 2.87^\circ$), inclinado ($2.88^\circ - 5.73^\circ$), fuertemente inclinado ($5.74^\circ - 8.63^\circ$), moderadamente escarpado ($8.64^\circ - 17.45^\circ$), escarpado ($17.46^\circ - 36.87^\circ$) y muy escarpado ($>36.87^\circ$). Según la Norma NTE INEN 2245: Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas (2016), se establece que las rampas (elemento que tiene una pendiente respecto a la horizontal) deben tener una inclinación máxima entre 4.6° y 6.9° , las pendientes que son aptas o seguras para subir con vehículos son las escarpadas de hasta 30° y para una persona adulta con buena salud el grado de pendiente recomendado es máximo de 15° (FAO, 2009).

- Cercanía con fuentes de agua: este factor es evaluado debido a que el agua es parte de la materia prima en la producción de papel orgánico y de compost. Se evalúa con la cantidad de fuentes de agua cercanos en un radio de 750 metros.

De igual forma, se realizó un análisis de Brown-Gibson de las localizaciones. Este análisis consta de determinar los costos de materia prima, transporte, mano de obra e impuestos de cada sitio. El costo de materia prima para cualquier localización sería el mismo debido a que el almacén no producirá y la planta de aprovechamiento de residuos agrícolas tendrá material reciclado. El coste del transporte varía de acuerdo a los kilómetros recorridos hacia el mercado Nuevo Susudel y a la fuente más cercana de agua. Según Tapia & Tigre (2017), registra que usualmente los autos consumen 5.69 litros de diésel por cada 100 km recorridos y se considera el coste del galón de combustible en el 2024, que es de \$2.46. Para los factores de mano de obra, energía e impuestos (mencionados anteriormente), el valor no cambia dependiendo de la ubicación. Igualmente, para los factores subjetivos, se parte de los factores mencionados en el análisis de conglomerados con calificaciones de 0 hasta 1, siendo el uno la máxima calificación.

3.4. Fase 3: Análisis de supervivencia

La supervivencia se analizó a partir de la cantidad de residuos que son aprovechados en cada tecnología. En el análisis de supervivencia, se observó que la probabilidad de supervivencia disminuye a medida que pasa el tiempo. Sin embargo, cuando aumenta la cantidad de materia prima disponible, la probabilidad de supervivencia es mayor. Por ello, se realizó el análisis utilizando el recíproco de la cantidad de residuos, debido a que, a mayor cantidad de residuos, el recíproco es menor. Esto permite mantener la forma de la curva de Kaplan-Meier.

Se obtuvo los datos de supervivencia de casos de estudio o de empresas mediante investigación bibliográfica tanto de compost como de papel orgánico. Es decir, la cantidad en kilogramos de materia prima (residuos sólidos orgánicos agrícolas) que se recolectan o recolectaron durante cierto tiempo.

3.5. Fase 4: Análisis de beneficios

Las tecnologías de aprovechamiento de residuos deben generar beneficios a lo largo de su funcionamiento debido a que deben ser sustentables en el tiempo. Por ello, se analizaron los beneficios que conlleva el implementar la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con mayor probabilidad de supervivencia. El análisis se basó en tres tipos de beneficios: sociales, económicos y ambientales. Este análisis se realizó a partir de investigaciones similares sobre la tecnología seleccionada.

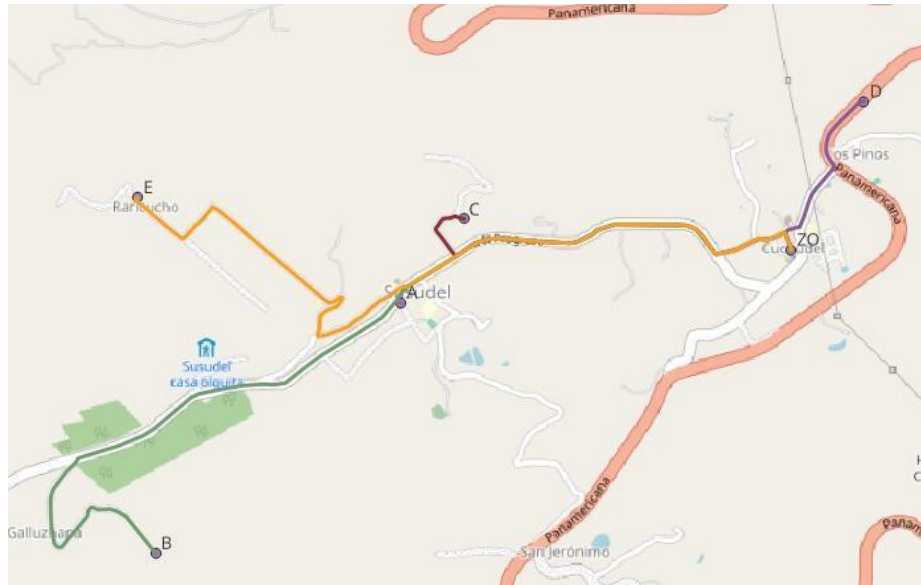
4. Resultados

4.1. Análisis de localización

Análisis de distancia

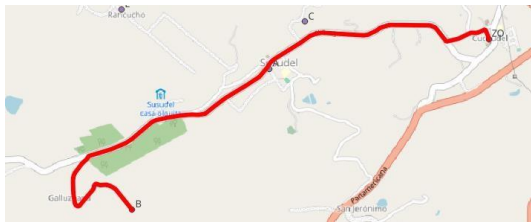
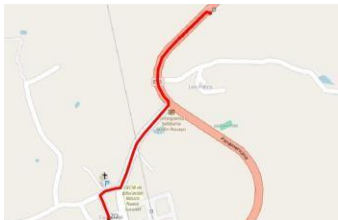
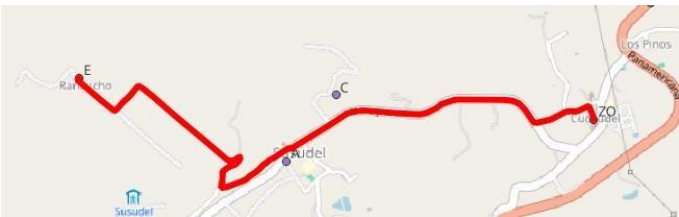
Mediante el programa QGIS se puede obtener la distancia de cada lugar propuesto con respecto al mercado Nuevo Susudel (tabla 2).

Imagen 5. *Distancia y rutas entre los puntos propuestos y la zona objetivo marcada en QGIS*



Nota. Imagen realizada con el programa QGIS.

Tabla 2. Distancia y rutas entre el mercado Nuevo Susudel respecto a cada punto

Punto	Distancia (metros)	Ruta QGIS
A - ZO	1653.29	
B - ZO	3832.49	
C - ZO	1612.61	
D - ZO	691.48	
E - ZO	3142.06	

Nota. La mayor distancia de recorrido hasta el Mercado Nuevo Susudel es con respecto a la zona B y la menor es con respecto a la zona D, las imágenes fueron obtenidas con el programa QGIS.

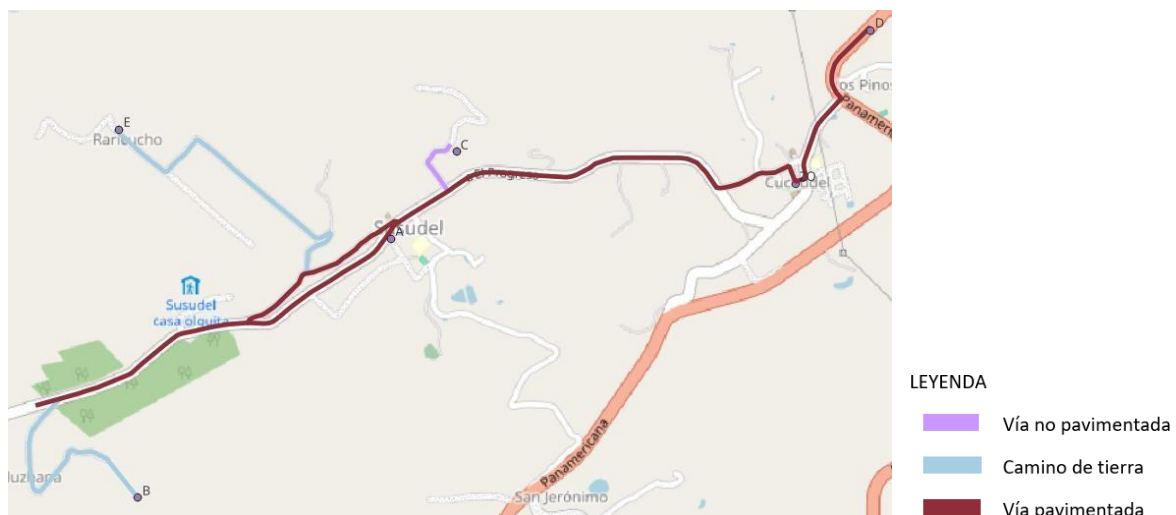
Análisis de tipo de camino

Existen tres tipos de vías en Susudel: las vías pavimentadas (son las vías principales como en la imagen 7), las vías no pavimentadas (imagen 8) y los caminos de tierra. En la imagen

6, se muestra que para llegar al lugar propuesto (ZO), el camino de A y D presenta la característica de ser pavimentado, mientras que el camino de C también se debe transitar por camino no pavimentado. En el camino de E y B se encuentra gran parte de camino de tierra. El inconveniente o peligro de transitar por caminos no pavimentados o de tierra es la inestabilidad al caminar debido a aumentar la probabilidad de caídas o golpes. Además, al no ofrecer suficiente fricción, algunos carros podrían tener dificultades en su ingreso.

Los lugares donde sea necesario transitar solo por camino pavimentado tienen una calificación de 1, donde sea necesario transitar por camino no pavimentado será de 2 y finalmente, los lugares donde sea necesario transitar por camino de tierra tendrán calificación de 3.

Imagen 6. Clasificación de las vías de Susudel entre cada punto



Nota. Imagen realizada con el programa QGIS.

Imagen 7. Vía pavimentada



Nota. Imagen tomada de un camino de Susudel.

Imagen 8. *Vía no pavimentada*

Nota. Imagen tomada de un camino de Susudel.

Tabla 3. *Calificación de vías asignadas a cada lugar*

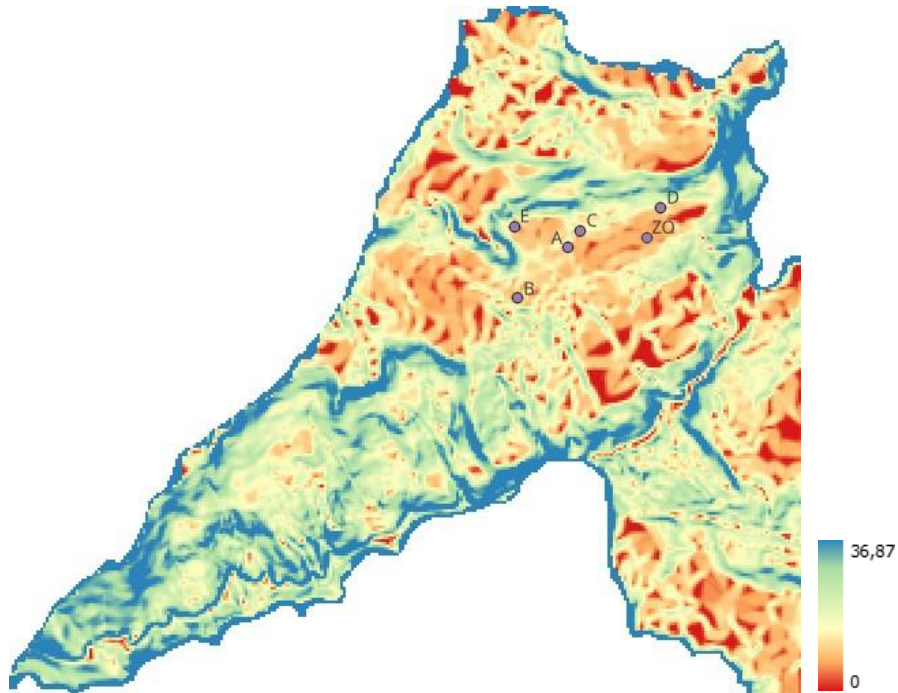
Trayectoria	Tipo de Vía
A - ZO	1
B – ZO	3
C – ZO	2
D - ZO	1
E – ZO	3

Nota. El valor asignado a cada vía representa el tipo de camino presente en la trayectoria desde el punto de localización hacia el Mercado Nuevo Susudel (ZO). El valor 1 es para vías pavimentadas, el 2 para vías no pavimentadas y el 3 para caminos de tierra.

Análisis de inclinación del terreno

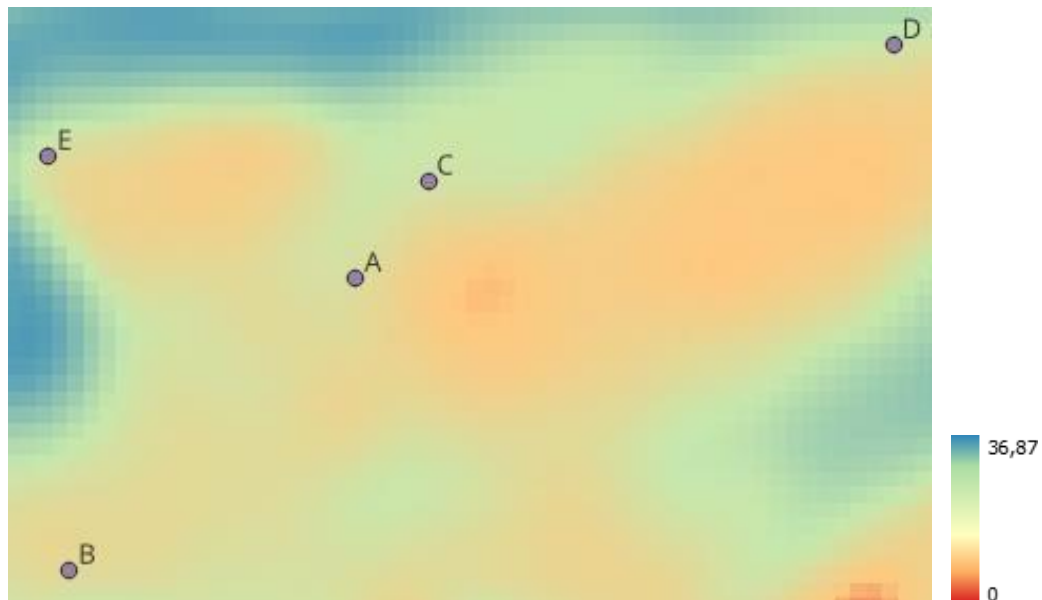
En la imagen 9 y 10 se muestra el grado de pendiente (inclinación) que existe en el territorio de la parroquia de Susudel. Estos datos se obtuvieron a través de la herramienta QGIS. En la tabla 4 se muestra la mayor pendiente registrada en cada ruta desde el Mercado de Nuevo Susudel hasta el punto y también la pendiente del terreno en la coordenada propuesta. Los datos marcados en color rojo indican que la pendiente sobrepasa el límite que una persona adulta de buena salud puede subir sin afecciones (FAO) mencionado en la metodología anteriormente. Sin embargo, todas son aptas para el acceso a vehículos, pero no llegan a dejar de ser riesgosas para personas de tercera edad.

Imagen 9. Pendientes en el territorio de Susudel



Nota. Imagen realizada con el programa QGIS. El grado de inclinación de las pendientes se grafica por una escala de color de 0 a 36,87, siendo representadas las pendientes con un grado de inclinación de 0 por color rojo y las de 36,87 grados o más con color azul.

Imagen 10. Pendientes en los puntos de localización (imagen suavizada)



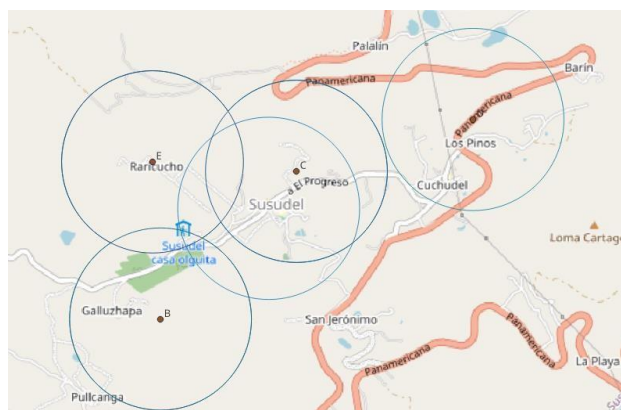
Nota. Imagen suavizada del programa QGIS. El grado exacto de la pendiente de cada punto de localización se visualiza en la tabla 4.

Tabla 4. Pendientes registradas en la coordenada y en la ruta

Accesibilidad	A	B	C	D	E
Mayor pendiente registrada en carretera	15,79	17,72	11,87	11,98	19,75
Pendiente en el punto de localización	15,79	10,23	15,30	11,98	11,09

Análisis de cercanía con fuentes de agua

El análisis de las fuentes del agua en relación con la cercanía a cada punto propuesto se realiza mediante la ayuda de QGIS y el mapa de OpenStreetMap, donde se visualizan los diferentes cuerpos de agua en Susudel. Sin embargo, no brindan datos del volumen de cuerpo de agua, solo el área superficial que ocupa el mismo en el mapa. Además, algunas de estas fuentes son reservorios que se encuentran dentro de propiedad privada y otros son reservorios para la comunidad.

Imagen 11. Cuerpos de agua en un radio de 750 metros

Nota. Imagen realizada con el programa QGIS. La circunferencia alrededor de cada punto de localización indica el radio de 750 metros tomando como centro el punto de localización.

Como se mencionó antes, no se considera el volumen del cuerpo de agua, solo se analiza la cantidad de fuentes de agua. El área de los cuerpos de agua también ha sido excluida del análisis debido a que la profundidad de las fuentes es desconocida y sería erróneo suponer que, por tener menor área, la diferencia entre volúmenes de los cuerpos es significativa. Además, al analizar la cantidad de fuentes, genera confianza en cuanto a si alguna desapareciera con el tiempo, existen otras fuentes de materia prima en la cercanía. Con base en la imagen 11, no todos los cuerpos de agua son visibles a la distancia de observación. Al aproximar la observación a cada punto, se obtiene los resultados de la tabla 5.

Tabla 5. Cantidad de cuerpos de agua en un radio de 750 metros

Lugar	Cantidad de fuentes de agua
A	5
B	1
C	5
D	11
E	0

Análisis de clústeres

Al registrar todos los datos obtenidos anteriormente en el software de QGIS, el software clusteriza las localizaciones propuestas en dos, tres y cuatro grupos mediante el método de k-means (tablas 6 y 7). Sin embargo, al realizar la prueba de Silhouette (Anexo C) para determinar si existe correlación entre los grupos realizados, se obtiene un resultado de -0.07889. Esto indica que la división de clústeres no se realizó de manera eficiente. Al realizar el análisis de clústeres con solo dos grupos, este valor aumenta a 0.1649, lo cual genera una mayor relación entre grupos. Aunque al aumentar a 4 clasificaciones, esta relación disminuye a 0.0593. Entre las tres clusterizaciones, la mejor es la de 2 clústeres, sin embargo, no se considera una buena agrupación debido a que su valor es lejano a 1.

Con tres clústeres, se obtiene que el primer grupo es la localización B, el segundo grupo es la localización D y el tercero lo conforman las localizaciones A, C y E. Según el tercer grupo de clústeres indica que existen similitudes en las características de las localizaciones por lo que elegir entre estas no diferiría el resultado, mientras que con el primer grupo y el segundo si afectarían debido a que cuentan solo con un elemento. Al analizar las características de cada uno, se puede definir como grupo inaceptable, ideal y aceptable, respectivamente.

Con dos clústeres, se obtiene que el primer grupo lo conforman la localización A, B y E y el segundo, las localizaciones C y D. Al analizar cada grupo, se obtiene que el segundo es el que mejor cumple con las características requeridas para la localización, por lo que se podrían dividir en el grupo de coordenadas no aceptables y aceptables, respectivamente.

Al realizar el análisis con cuatro clústeres, se obtiene que el primer grupo lo conforman la localización A y C, el segundo la localización B, el tercero la D y el cuarto la E. En esta

clasificación solo se puede concluir que la localización A y C tienen más similitudes entre sí en cuanto sus características con respecto a las otras.

Sin embargo, al analizar las características de cada una de las localizaciones, se prefiere la localización D por la menor distancia hacia el Mercado Nuevo Susudel y las pendientes (inclinación del terreno) que poseen (tabla 8).

Tabla 6. Clusterización realizada a partir de QGIS - grupos asignados según el número de clústeres

Código	Tres clústeres	Dos clústeres	Cuatro clústeres
A	2	0	2
B	0	0	0
C	2	1	2
D	1	1	1
E	2	0	3
Silhouette	-0.07889	0.1649	0.0593

Nota. Las localizaciones fueron asignadas en grupos, el grupo 0, grupo 1, grupo 2 y grupo 3.

Tabla 7. Clasificación de los puntos de localización según su clusterización

Clústeres	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4
Tres clústeres	B	D	A, D y E	-
Dos clústeres	A, B y E	C y D	-	-
Cuatro clústeres	B	D	A y C	E

Tabla 8. Resumen de las características de cada localización

Código	Accesibilidad en Carretera (grados)	Accesibilidad en el punto (grados)	Distancia (m) con ZO	Cantidad Fuentes de Agua	Calificación Vías
A	15.79	15.79	1653.29	5	1
B	17.72	10.23	3832.49	1	3
C	11.87	15.3	160012.61	5	2
D	11.98	11.98	691.48	11	1
E	19.75	11.09	3142.06	0	3

En el método de Brown-Gibson, se analiza el factor económico mensual del transporte con los valores del consumo de gasolina mencionados anteriormente en la metodología, considerando el coste del galón de combustible se obtiene que el litro tiene un costo de \$0.65 y que por cada kilómetro recorrido se consumen \$0.04 (tabla 9). Además, los factores subjetivos se califican del 0 al 1 dependiendo de los resultados obtenidos anteriormente (tabla 10).

Tabla 9. Resultados objetivos por punto de localización

Costos mensuales supuestos	
Código	Costo total
A	\$ 0,61
B	\$ 1,60
C	\$ 0,67
D	\$ 0,32
E	\$ 1,51

Tabla 10. Resultados subjetivos por punto de localización

Factores subjetivos/Código	A	B	C	D	E
Inclinación del terreno en carretera	0,5	0,5	0,1	0,7	0,4
Inclinación del terreno en el punto	0,5	0,8	0,5	0,7	0,7
Cercanía con el mercado	0,4	0,2	0,4	0,8	0,2
Cercanía con fuentes de agua	0,5	0,1	0,5	1	0
Tipo de camino	1	0,3	0,6	1	0,3

Al aplicar la ponderación de factores con un peso de 70% en los factores objetivos y un 30% en los subjetivos se obtienen los resultados de la tabla 11.

Tabla 11. Resultados del método Brown-Gibson

Punto de localización	Resultado
A	0,3567
B	0,1803
C	0,3497
D	0,7353
E	0,2008

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos por cada punto de localización. El resultado de mayor valor es el más óptimo como selección para localizar un almacén. En el método de Brown-Gibson se obtuvo que la localización D es la mejor opción. Esto se evidencia en la tabla 9 donde su coste es el menor del resto de localizaciones y en la tabla 10, donde muestra los valores más altos para todos los factores subjetivos, llegando incluso a valores iguales a 1. La segunda mejor opción de localización es el punto A, seguida del punto C con valores similares. De igual forma, se muestra en la tabla 9 que tienen costos similares aproximados y en la tabla 11 calificaciones similares.

4.2. Análisis de supervivencia

De acuerdo a las encuestas realizadas y diferentes visitas técnicas, de los 27 puestos de interés en el mercado Nuevo Susudel, apenas 16 puestos generan residuos orgánicos, principalmente cáscara de fréjol, arveja y haba. Otros residuos comunes generados son el bagazo del plátano, tallos de tomate y cáscara de cebolla.

Estos residuos, en su mayoría fibrosos y con alto contenido de celulosa y lignina, son aptos como materia prima para la elaboración de papel orgánico y también pueden ser utilizados en la elaboración de compost. Se pesaron los residuos generados de dos semanas obteniendo un promedio de 87.7 kilogramos de residuos generados semanalmente entre los puestos mencionados.

Con base a la investigación bibliográfica realizada. Se identificó información sobre casos de plantas de producción de compost y proyecciones de producción, sin embargo, para el caso del papel orgánico, la información es aún más escasa en cuanto a datos de producción. Según Aguiñaga Maldonado & Treviño Elizondo (2022), esta falta de información se debe a la escasa comunicación de proyectos exitosos o fallidos, al desconocimiento del concepto de creación de papel orgánico, artesanal o papel reutilizado y la falta de condiciones favorables en el entorno. Además, existen investigaciones de la creación de papeles artesanales donde primero se evalúan distintos factores del papel como la resistencia y la duración, lo que complica el proceso de creación.

4.2.1. Compost

El Grupo Ginebra SRL (2021) es una empresa que se encarga de la producción de compost mediante el Sistema *Rebono Compost* en el cual se implementa sistemas de compost in situ. Esta empresa se encarga a la instalación de una máquina que agiliza el proceso de producción del compost a partir de los distintos residuos. La empresa detalla dos casos que tuvo en Argentina. El primer caso es en el año 2017, en el cual la producción se mantuvo durante 3 años y se procesó algo más de 160.26 kilogramos por semana de residuos en el comedor de la empresa Cummins; y, en 2014 la producción de compost se mantuvo por 5 años con la generación de más de 153.85 kilogramos por semana en el comedor de la empresa de Biogénesis Bagó. Estos casos no procesan los mismos residuos objetivos del caso de estudio y no se detallan las razones por las que la producción de compost no ha continuado.

Borrero González et al. (2015) en Costa Rica investiga dos diferentes tratamientos dos sustratos microbiales que se puede realizar a los residuos sólidos orgánicos obtenidos de los hogares para potenciar la generación del compost. De su investigación, obtiene que es rentable y se pueden obtener ganancias a partir de los dos tratamientos utilizados y que pueden gestionar hasta 10.54 kilogramos semanales de residuos, aunque el promedio esperado es de 7.72 kilogramos para poder obtener beneficios de la producción. Nuevamente, este estudio no presenta los mismos residuos que los del caso de estudio.

Culma & Quevedo (2020) realizan una investigación en donde obtienen que, en las instituciones de Kennedy, un estudiante genera en promedio 0.5 kilogramos por día. Considerando la cantidad de personas que generan residuos en el Mercado Nuevo Susudel, se obtiene que por semana generarían 290 kg para realizar una comparación con respecto a su supervivencia. Este análisis se realiza a través de residuos sólidos orgánicos provenientes de los alimentos que consumen los estudiantes como el tallo de la manzana.

Otro estudio de un caso de compost es de Cruz Salinas et al. (2023) en Perú, donde se investigó la posibilidad de implementar una tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos provenientes de una muestra de 64 viviendas en una localidad mayoritariamente dedicada a la agricultura, similar a Susudel. El estudio concluyó que se espera una recolección semanal de 307.69 kilogramos. La rentabilidad de este proyecto se evaluó a lo largo de 5 años, comenzando con una planta donde lleguen todos los residuos de la población y se separan dentro de la misma. Este enfoque necesita mayor cantidad de espacio, herramientas, permisos y otros que generan mayor inversión inicial.

En Ecuador, Caiza et al. (2018) realizó una investigación en Baños de Agua Santa de la producción de compost en el relleno sanitario presente en esta localidad. Se obtuvo que en cuatro meses los residuos sólidos provenientes del camal son 267.65 kilogramos por semana y con esta cantidad es posible y factible la creación de compost. Sin embargo, este es otro tipo de compost que en su proceso genera un subproducto líquido conocido como biol.

En un estudio de México, realizada por Maldonado (2006), se obtuvo que con 49 kilogramos por semana no se obtenía suficiente beneficio mientras que con 98 kilogramos semanales se espera que genere mayor beneficio. Sin embargo, al ser otro tipo de residuos se necesita de una trituración previa lo que aumenta la inversión inicial. Uno de los mayores problemas que obtuvo en su investigación es que las personas generadoras de residuos, a pesar de ser capacitados e informados de los beneficios, no clasificaban los residuos.

El proyecto de Sánchez Ruiz (2013) en Colombia, realizó un estudio de factibilidad en donde se menciona que el montar una empresa de abonos orgánicos no resultó viable financieramente con un total de 143.08 kilogramos de residuos por semana procesados durante 5 años.

A continuación, un resumen de los casos de estudio con sus respectivos residuos generados:

Tabla 12. Información de supervivencia de compost

Localización	Tiempo (meses)	Cantidad de residuos (kg/semana)	Recíproco
Argentina	36	160.26	0.0062
Argentina	60	153.85	0.0065
Costa Rica	12	10.54	0.0949
Costa Rica	12	7.72	0.1295
Colombia	12	290.00	0.0034
Perú	12	307.69	0.00325
Ecuador	4	267.65	0.0037
México	3	49.00	0.0204
México	3	98.00	0.0102
Colombia	60	143.08	0.0070

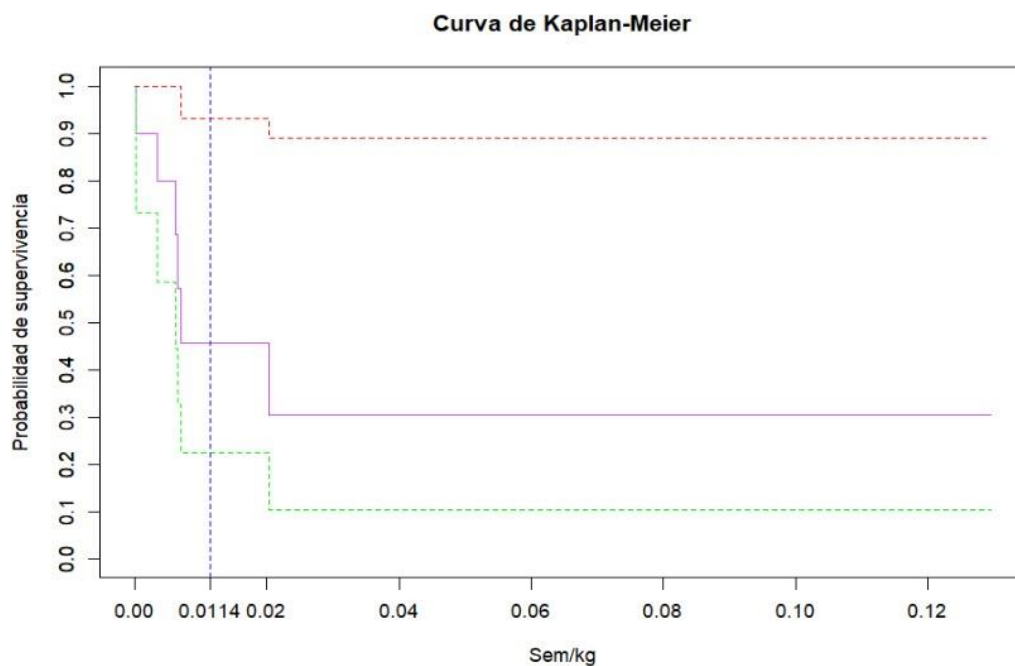
Nota: Las localizaciones coloreadas de rojo se refieren a los casos en los cuales la producción se detuvo o no funcionó.

En la tabla 12 se encuentran los datos recopilados para el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier mediante el software RStudio (anexo D). Debido a que en el análisis de

supervivencia la probabilidad disminuye conforme el tiempo avanza (proporcionalidad inversa), se obtuvieron los recíprocos de las cantidades de residuos generadas por semana en cada caso de estudio. A mayor cantidad de residuos, se recíproco será menor y de esta manera la relación de proporcionalidad inversa en la supervivencia se mantendrá.

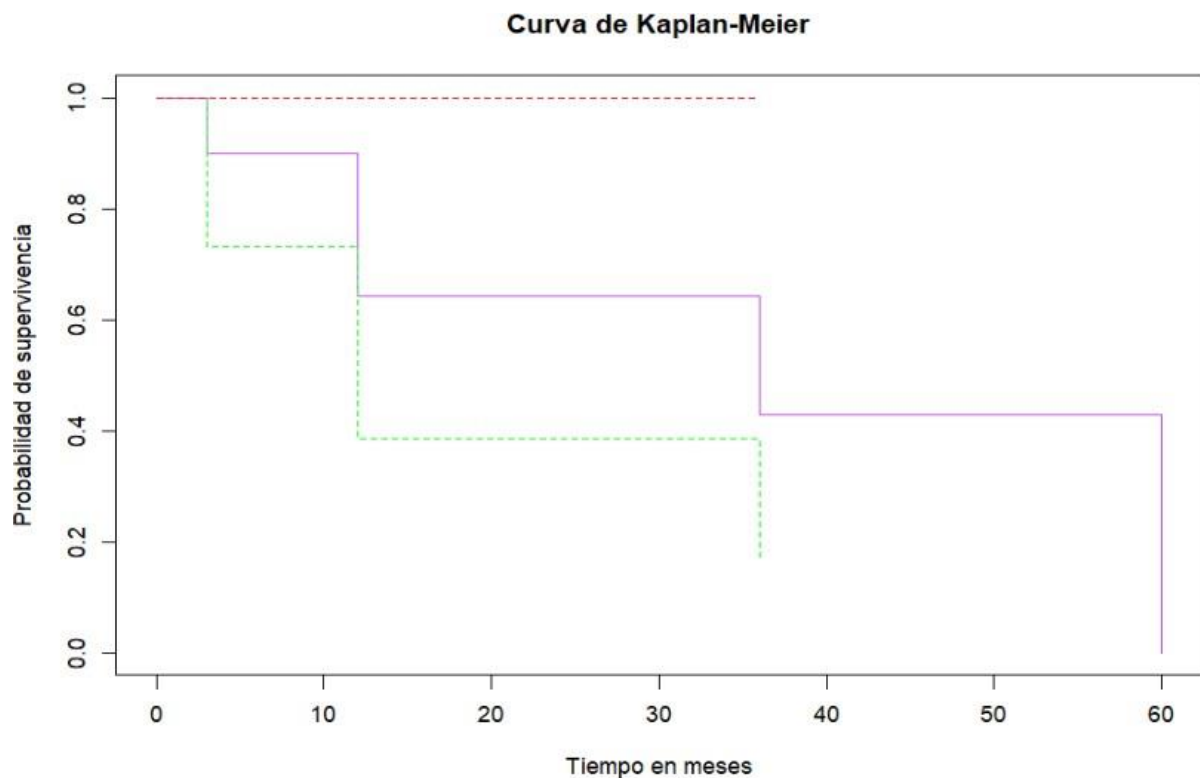
La imagen 12 muestra la curva de supervivencia de Kaplan-Meier del compost, en donde, se obtiene que el recíproco de los 87.7 kg (0.0114) que generan los productores en el mercado Nuevo Susudel cada semana da una probabilidad de éxito o de supervivencia menor al 50%. Para que su probabilidad de supervivencia aumente, su generación de residuos debe ser mayor a 160 kilogramos por semana, pero se espera que estos aumenten debido a que los agricultores han empezado con la siembra de plantas medicinales. Además, según el tiempo de supervivencia (imagen 13), su probabilidad de sobrevivir a través del tiempo disminuye a menos del 50% a partir de los 36 meses.

Imagen 12. Curva de probabilidad de supervivencia de una planta de producción de compost según su producción



Nota. Imagen sin atribución requerida, realizada con RStudio.

Imagen 13. Curva de supervivencia de una planta de producción de compost según el tiempo de supervivencia



Nota. Imagen, realizada con RStudio.

4.2.2. Papel orgánico

Para el análisis de papel orgánico, no se dispone de información sobre el cierre de la empresa o de pausas para modificaciones o mantenimiento y en su mayoría son consideradas grandes empresas. Existen investigaciones que analizan las propiedades de la creación de papel artesanal con diferentes tipos de residuos sólidos orgánicos fibrosos como es la investigación de González Velandia & Valencia (2015) donde se califica la resistencia, humectación, estabilidad, textura, pliegues y posibilidad de escribir en diferentes papeles orgánicos producidos artesanalmente y se obtiene hasta el costo de producción, sin embargo, no existe el estudio de implementación y su supervivencia en el tiempo.

Bio Pappel (2024) es una empresa, líder en producción de papel orgánico y reciclado en Norte América, con sucursales en México, Canadá y Estados Unidos. Fundada como microempresa en los años 80 y que creció y se ha mantenido en el mercado hasta la actualidad, aunque su proceso conlleva el reciclaje de papel ya utilizado y no el uso solamente de productos sólidos orgánicos provenientes de la agricultura. Es considerada un líder en responsabilidad social debido a su proceso de producción de papel, cartón, empaques y otros productos. Gracias a esto y otros factores se considera sostenible a lo largo del tiempo (Muñoz Aparicio & Navarrete Torres, 2021).

Cordero Pérez (2024) realizó un reportaje sobre un caso de éxito de un emprendimiento que fabrica papel a partir de fibras naturales resultantes de desperdicios de productos orgánicos. La microempresa es conocida como *Sáas Papel Artesanal Fibras Naturales*. Su producción parte a través de las hojas de piña, cáscara de cebolla, tomate, ajo, cannabis (raíz) y papel reciclado en Costa Rica. Sin embargo, aunque el negocio se mantiene hasta la actualidad, se necesita mayor inversión en maquinaria, lo que provoca que el costo aumente y peligre su sostenibilidad en el futuro, además, su materia prima depende de la compra a diferentes proveedores.

Ramírez Román et al. (2020) determinó que es factible crear una planta de producción de papel artesanal en Perú a través del reciclaje de papel y mas no de residuos fibrosos de plantas, sin embargo, su investigación menciona que esta viabilidad solo se mantiene a corto plazo y no muestra su proyección de producción por años o el tiempo estimado de recuperación de la inversión o supervivencia de la planta. De manera similar, la investigación de Lozano Laguna y Acevedo Tierradentro (2003) demostró que en su caso de estudio es viable la implementación de la planta de producción de papel reciclado, pero no revela datos de la cantidad de materia prima necesaria estimada.

En el caso de estudio de Guijarro (2010) obtuvo que para que el proyecto sea sustentable se debe procesar más de 4315 kilogramos de vástago de plátano por semana en Quito. Aunque además se necesita de papel reciclado, cloro y otros insumos para su proceso de producción. La investigación de Herrera Robles & Salguero Laguasi (2018) mostró que a partir de los 6 años se puede recuperar la inversión inicial para la producción de papel a partir de los tallos de flores en el caso de Pichincha y Cotopaxi. En este caso, se obtiene que los residuos que producen estas provincias son de 2.135 toneladas por año para cubrir la demanda proyectada dentro de 10 años.

Además, existen varias páginas en redes sociales que tienen como presentación la creación y venta de papel artesanal pero no se tiene certeza de si son empresas ficticias o reales y, de serlo, si siguen en funcionamiento o no y desde hace cuánto tiempo de su inicio o cierre.

En conclusión, no existen registros de que el evento haya sucedido. Al no contar con suficientes datos de suceso del evento, no es posible realizar el análisis de Kaplan-Meier. De igual forma, al no existir datos de comparación entre la tecnología del compost y papel orgánico.

4.3. Análisis de beneficios

Para que existan beneficios de la creación de compost se debe analizar distintos factores en su creación como aireación (5% - 15%), pH (entre 4,5 y 8,5), temperatura (40°C – 65°C), porcentaje de humedad (45% - 60%) y relación C-N (entre 15:1 – 35:1) (Román et al., 2013). Según diversos estudios, se han realizado distintos análisis de los beneficios que aportan la elaboración y uso de compost a partir de residuos en los cultivos. De estos estudios, se recopiló información de tres tipos de beneficios los cuales son ambiental, económico y social.

4.3.1. Ambientales

En los beneficios ambientales, Chan et al. (2011) menciona que, al agregar compost al suelo, este aumenta la cantidad de carbono dentro de este, al aumentar el carbono, mejora la estructura del suelo, evitando su erosión. En el caso de estudio, se conoce que el suelo es muy bueno para la agricultura, por lo que, erosionarlo provocaría la pérdida de estos nutrientes. Además, el uso de fertilizantes produce gases de efecto invernadero, aunque provengan de componentes orgánicos, lo que, al reducir su uso, su emisión disminuye. (Chan et al., 2011) también indica que en su estudio de análisis práctico no ayudó a la disminución de malezas o de plaga, sin embargo, otros estudios como el de Martínez Blanco et al. (2013) afirman que el uso de compost artesanal si ayuda a su disminución. Además, la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario puede reducir debido a que en la comunidad no existe una cultura de separación de residuos.

Otros beneficios ambientales que se han estudiado son que el suelo contiene mayor retención de agua lluvia, reduciendo la necesidad de riego y el consumo de agua; y, el compost ayuda a que el suelo permanezca alto en niveles de nitrógeno, fósforo y potasio que son necesarios para que los cultivos puedan crecer (Martínez Blanco et al., 2013). En el caso de estudio se espera mantenga y mejore la calidad del suelo, pero no se espera que disminuya las plagas que afectan a las frutas, vegetales y plantas medicinales.

Además, en diversas investigaciones, Martínez Blanco et al. (2013) recopiló que otro beneficio es el mejoramiento de la actividad biológica (macro y micro fauna), creando una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y eliminando algunas enfermedades que pueden ser transmitidas por el suelo. Según esta investigación, puede aumentar la diversidad microbiana en un 4%; la biomasa y la actividad microbiana por el C puesto que proporciona energía a los microorganismos y el N que ayuda a sintetizar proteínas y enzimas. Dentro de la micro fauna que se encuentra son las micorrizas (hongos) que se ubican en las raíces de las plantas, aumentando la absorción de agua y nutrientes y las rizobacterias que promueven

el crecimiento de las plantas al fijar el nitrógeno en las raíces o producir hormonas de crecimiento (Román et al., 2013; Van der Heijden et al., 2008).

4.3.2. Económicos

En cuanto a beneficios económicos, Chan et al. (2011) menciona que la producción de hortalizas puede incrementar al usar compost en el suelo, sin embargo, depende del método de elaboración de compost usado y del tipo de producto a cultivar. Además, el usar compost previo a colocar los cultivos incluso evitaría que se deba adherir fertilizantes posteriores a los cultivos, produciendo una disminución de costos en compra y uso de fertilizantes. En el caso de estudio, se espera que la elaboración de compost de manera correcta genere un aumento en la producción de frutas, hortalizas y plantas medicinales. Además, a mayor producción, se generaría más residuos, lo que permitiría el aumento de la cantidad de compost elaborado, creando un posible excedente que permita vender este compost en el mercado fuera de la comunidad, generando más ingresos.

Existen estudios financieros de la implementación de una planta de compost como el estudio de Culma & Quevedo (2020), donde mencionan que la producción de compost permite la generación de ingresos alrededor de la producción de abonos y alimentos orgánicos. Además, permite evitar o reducir la adquisición externa de fertilizantes, permitiendo mantener sostenibilidad y autonomía para los diferentes agricultores al aprovechar los recursos locales y reducir la compra de insumos para sus cultivos. En esta investigación se obtuvo que el TIR sería del 34%. Otra investigación, de Caiza et al. (2018) concluyó que el r-atío de inversión es del doble de la inversión inicial en un compost a partir del faenado.

4.3.3. Sociales

En cuanto a los beneficios sociales, al crear esta planta de producción de y para la comunidad, se espera que los productores fortalezcan sus lazos y puedan desarrollarse, es decir que generen un vínculo más cercano entre personas, logrando crear y mantener una cultura ambiental que no solo permanezca en el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de los productos agrícolas. Otro beneficio es que permite aprovechar el espacio físico que ha sido abandonado o desaprovechado, permitiendo la expansión como sociedad (Culma & Quevedo, 2020).

5. Discusión

Al determinar la localización de planta, mediante el análisis de clústeres, la evidencia actual no permite generalizar esta técnica como forma de localización con el método que realiza QGIS (k-means), por lo que no se puede afirmar que elegir una localización dentro de un

grupo evitará una gran variación de las características de las localizaciones dentro del mismo grupo. Sería necesario analizar más variables relacionadas con cada localización para aumentar la probabilidad de coincidencia en estudios posteriores.

En cuanto al análisis de supervivencia, los datos obtenidos de los diferentes proyectos implementados tienen pocas coincidencias en común entre ellas y con el caso de estudio. Por ello, la supervivencia de la tecnología se puede interpretar como supervivencia de la producción del compost en general, y no específicamente para pequeños productores agrícolas. Además, si esta propuesta de implementación tecnológica se llevara a la práctica en Susudel, el conocer su desarrollo y crecimiento presentaría diferentes limitaciones, como la dificultad de análisis y seguimiento continuo del proyecto por la distancia a Cuenca y el tiempo y costo de viaje que conlleva, de igual forma, esto y otros factores limitan el seguimiento de otros estudios realizados. Además, existen casos en los que solo permanece en propuesta y no se logra una implementación debido a diferentes razones internas y externas de las partes involucradas.

Conforme a la investigación realizada se presentan resultados teóricos pero la decisión de implementación final queda en manos de los agricultores y la comunidad. Conforme los resultados de la encuesta, de los entrevistados se obtiene que, en su mayoría, las personas no han terminado el colegio, sin embargo, desean que sus hijos o nietos (niños, en su mayoría) continúen sus estudios hasta graduarse del colegio y de ser posible, la universidad. Esto les da una razón para mantenerse en el negocio de la agricultura (a pesar de que deseen retirarse), para apoyar económicamente a sus familiares, sin embargo, expresaron que, por distintas dificultades, no siempre se encuentran todos los sábados en el mercado y que suelen vender en el mercado de Oña.

Una de las dificultades más comunes en investigaciones de implementación de tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos son la resistencia al cambio de las personas y la falta de conciencia sobre la importancia de aprovechar estos residuos y de separar y clasificarlos como menciona Maldonado (2006). Esta misma limitación se observa en el caso de los agricultores de Susudel debido a que no tienen una cultura para separar residuos ni cuidado con la disposición de los mismos, esto se observó en las visitas hacia el mercado donde las fundas plásticas no tenían una correcta deposición, algunos residuos orgánicos terminaban en la basura general y, además, no conocen una forma estratégica de elaboración de compost para obtener su máximo beneficio ni tampoco para la realización de papel orgánico, lo que implica, una capacitación previa para su realización.

Al ser necesario una capacitación previa, se debe tomar en cuenta el tiempo de supervivencia donde su probabilidad disminuye a partir de los 36 meses por lo cual, la capacitación y cambio en el modo de vida debe ser menor a este. Además, al estar relacionada la falta de conciencia sobre el aprovechamiento de los residuos como un factor que dificulta la investigación, también afecta la probabilidad de supervivencia.

En cuanto a sus beneficios, estos pueden variar según el tipo de compost que se elabore, de su materia prima y a su tratamiento, por ello, no pueden ser generalizados, pero pueden ser esperados. En caso de la implementación del mismo, se debe realizar un estudio previo químico y ambiental de la producción del compost para obtener sus beneficios ambientales precisos como es la reacción de los cultivos y el suelo a este compost. En cuanto a los económicos, requiere de un estudio de mercado y de proyecciones de compra y venta de insumos, materiales y otros, específicos en el caso de Susudel. Además, si se utilizan diferentes procedimientos de elaboración de compost los análisis partirían de cuál genera mayor beneficio en los cultivos, pues no todos los cultivos reaccionan de igual forma a un tipo de compost (Martínez Blanco et al., 2013) y cual genera un menor costo de producción, creando la necesidad de un análisis de costo-beneficio.

6. Conclusiones

En este trabajo se cumplió el objetivo de proponer la localización de un almacén para productos agrícolas y seleccionar una tecnología para aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos basado en estudios de supervivencia y en geoposicionamiento, en la parroquia de Susudel.

Al analizar la zona propuesta para la planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, se determinó que la mejor localización se encuentra en las coordenadas de latitud -3,397386 y de longitud -79,170708. Esta localización se propone basándose en el cumplimiento de los cuatro criterios analizados: accesibilidad, donde cumple con el grado de pendiente recomendado para que personas adultas puedan acceder sin problema; distancia con respecto al Mercado Nuevo Susudel, donde es bastante cercano con 691.48 metros de distancia; fuentes de agua, el cual posee 11 fuentes de agua alrededor de 750 metros y; vías, donde el camino está pavimentado.

De acuerdo a los residuos que se obtienen en el Mercado Nuevo Susudel, se determinó que existen dos diferentes tecnologías de aprovechamiento de residuos orgánicos de la agricultura que pueden generarse con estos residuos que son en su mayoría fibrosos, con alta celulosa y lignina. Estas tecnologías son la producción de papel orgánico y la de compost.

Basándose en investigaciones, se observó que los agricultores suelen producir compost con estos residuos mientras que la producción de papel orgánico es menos explorada.

Al analizar la supervivencia de las tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, se determinó que la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de mayor probabilidad de supervivencia en base a investigaciones previas es la de producción de compost, especialmente para pequeños productores agrícolas que es donde se proyectan algunos casos de estudios. Sin embargo, no se pudo analizar la supervivencia de la producción de papel orgánico debido a falta de información necesaria de la cantidad de residuos procesada y del tiempo de duración del proyecto.

Al determinar los diferentes beneficios económicos, sociales y ambientales de la tecnología de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos se encontró que el compost puede aumentar la cantidad de carbono del suelo, evitar su erosión, mantener sus nutrientes, mayor retención de agua, altos niveles de N, P y K, aumentar la actividad biológica, reducir la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario, incrementar al usar compost en el suelo, evitar uso de fertilizantes, aumentar la producción en los cultivos, incrementar ingresos por venta de compost, fortalecer lazos entre proveedores y fomentar su desarrollo, crear y mantener una cultura ambiental y aprovechar el espacio físico que ha sido abandonado o desaprovechado.

Referencias

- Adarraga Buzón, J., Aguas Vergara, D., Adarraga Buzón, J., & Molina, E. (2011, octubre 24). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. *INGENIARE*, 11, 37-44.
- Aguiñaga Maldonado, E., & Treviño Elizondo, B. L. (2022, agosto 16). Seis casos de éxito de economía circular en México y América Latina [EGADE Ideas]. *Seis casos de éxito de economía circular en México y América Latina*. <https://egade.tec.mx/es/egade-ideas/investigacion/seis-casos-de-exito-de-economia-circular-en-mexico-y-america-latina>
- Almendros, A., Martín, M., Ronda, A., Pérez, A., Blázquez, G., & Calero, M. (2015). Physico-chemical characterization of pine cone shell and its use as biosorbent and fuel. *Bioresource Technology*, 196, 406-412.
- Altamirano Chavez, K., Adden Pinnock, K., Cabraca Vargas, J., Mora Salazar, L. D., & Briones Elizondo, J. (2017, noviembre 17). Evaluación de la tensión elástica de papel elaborado a partir de desechos de raquis de palma africana y bagazo de caña. *Ingeniería* 28, 1, 29-40.
- Alvarado Dávila, T. L., & Rangel Zambrano, S. A. (2021). Revisión de estrategias sostenibles para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las organizaciones. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(2), 76-94.
<https://doi.org/10.23850/24220582.3141>
- Bio Pappel. (2024). Un caso exitoso de sustentabilidad empresarial [Bio Pappel - El papel sustentable]. *Un caso exitoso de sustentabilidad empresarial*. <https://biopappel.com/>
- Bocangel Weydert, G., Rosas Echevarria, C., & Bocangel Marin, G. (2021). *Introducción al Diseño de Plantas* (1.^a ed.). <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/DISENO-DE-PLANTAS.pdf>

- Borrero González, G. P., Arias Aguilar, D., Campos Rodríguez, R., & Pacheco Rodríguez, F. (2015). Estudio comparativo del uso de dos sustratos con inóculos microbiales para el tratamiento de residuos orgánicos sólidos en compostaje doméstico. *Análisis Económico. Revista Tecnología En Marcha*, 29(1), 28.
<https://doi.org/10.18845/tm.v29i1.2536>
- Caiza, D., Chimbo, A., Sarduy Pereira, L. B., Pisco, W. E., & Diéguez Santana, K. (2018). Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. *Universidad Estatal Amazónica*.
https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD_IKIAM/113/1/A-IKIAM-000054.pdf
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). *Localización de instalaciones*.
<https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1619/>
- Cevallos, A., Herdoiza, V., Yagual, M., Zambrano, V., Llive, P., & Carvajal, F. (2021). Utilización de la fibra de banano (*Musa sapientum*) proveniente de los pseudotallos para la elaboración de papel y el aprovechamiento de residuos agrícolas. *Avances en Ciencias e Ingenierías (ACI)*, 13(1).
<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1772>
- Chan, K. Y., Orr, L., Fahey, D., & Dorahy, C. G. (2011). Agronomic and Economic Benefits of Garden Organics Compost in Vegetable Production. *Compost Science & Utilization*, 19(2), 97-104. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2011.10736984>
- Cobo Litardo, & Monge Garcia, M. G. (2023). Localización y supervivencia empresarial de los emprendimientos del sector comercial de la Provincia de Los Ríos. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e128. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e128>
- Cordero Pérez, C. (2024). La microempresaria de Tres Ríos que crea papel artesanal de fibras naturales y papel reciclado. *El Financiero*.

<https://www.elfinancierocr.com/emprender/la-microempresaria-de-tres-rios-que-crea-papel/KUM5CGN3R5GSJB2RVKFMIUW4LM/story/>

Cruz Salinas, L., García Juárez, H., Armas Juárez, R., & Mendoza Zuta, J. (2023). Estudio de prefactibilidad para el diseño de una planta de compostaje en Perú. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 7(19), 21-36.

Culma, A. F. B., & Quevedo, D. V. H. (2020). Factibilidad económica, social y ambiental de las instituciones educativas públicas sobre las técnicas de compostaje en la localidad de Kennedy. *Universitaria Agustiniiana*.
<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1327/BarreraCulma-AndresFelipe-2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (4.^a ed.).
<https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>

Fernández Colomina, A. (2005). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. *Revista Cubana de Química*, 3.
<https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543687013.pdf>

Fundación Canal. (2015). La carta del agua. *Canal Educa*.
<https://www.fundacioncanal.com/canaleduca/wp-content/uploads/2015/08/Cuestionario-consumo-indirecto-de-Papel.pdf>

Gómez Soto, J., Sánchez Toro, Ó., & Matallana Pérez, L. (2019). *Residuos urbanos, agrícolas y pecuarios en el contexto de las biorrefinerías* [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://www.redalyc.org/journal/4139/413961282001/html/>

González Velandia, K., & Valencia, I. (2015). *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia* [Memorias del V Congreso latinoamericano de agroecología]. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://core.ac.uk/download/pdf/76497415.pdf>

- Grupo Ginebra SRL. (2021). Casos de Exito en la implementación de Compost Rebono. *Rebono*. <https://www.rebono.org/casos-de-exito/>
- Guijarro, V. (2010). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la elaboración de papel a base del pinzote de banano, ubicado en el sector Rumicucho, parroquia San Antonio de Pichincha, Cantón Quito* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11809>
- Herrera Robles, N. C., & Salguero Laguasi, J. H. (2018). *Estudio de factibilidad para la producción de papel artesanal empleando acopio y procesamiento de residuos de flores recolectados en las provincias de Pichincha y Cotopaxi*. [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19324>
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2012). *Survival Analysis: A Self-Learning Text*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6646-9>
- Machuca Rey, M. V. (2021). *Optimización del Sistema de Almacenamiento y Logística de una empresa distribuidora de producto terminado a base de trigo* [Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20755/1/UPS-GT003339.pdf>
- Maldonado, L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Ingeniería*, 10(1), 59-68.
- Martínez Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, T. H., Muñoz, P., Rieradevall, J., Møller, J., Antón, A., & Boldrin, A. (2013). Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), 721-732. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0148-7>
- McGraw Hill Education. (2013). *El almacén en la cadena logística*. McGraw Hill Education. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448199278.pdf>

- Morales, A. (2021). *Diferencias entre QGIS y ArcGIS Pro* [Mapping-GIS].
<https://mappinggis.com/2021/06/diferencias-entre-qgis-y-arcgis-pro/#:~:text=QGIS%20es%20software%20libre%20y,lo%20complementan%20tambi%C3%A9n%20requieren%20licencia.>
- Muñoz Aparicio, C. G., & Navarrete Torres, M. D. C. (2021). Una empresa líder en responsabilidad social: Bio Pappel. *3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico*, 10(3), 87-107. <https://doi.org/10.17993/3comp.2021.100347.87-107>
- NTE INEN 2245: Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Rampas fijas, 2245 (2016). <https://es.scribd.com/document/540718729/NTE-INEN-2245-RAMPAS>
- Ramírez-Román, A., Suárez-Álvarez, Á., Rodríguez-Rodríguez, L. A., & Chabat-Uranga, J. (2020). Manufactura artesanal de papel. *Revista de Ingeniería Industrial*, 4(12), 13-29. <https://doi.org/10.35429/JIE.2020.12.4.13.29>
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. doi:978-92-5-307844-8
- Romero, C. (2023). *Sistema de Clasificación de Inventarios basado en Algoritmos de Machine Learning* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/42671/4/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Salvatierra Marchant, I. M. (2019). *Manual de conservación de alimentos* (2.^a ed.). inacap. <https://www.yumpu.com/es/document/view/64569098/manual-conservacion-de-alimentos>
- Sánchez Ruiz, D. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de la planta de abonos orgánicos de Colombia* [Universidad Autónoma de Occidente].

<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/3780c369-3db0-483f-8e66-39e320e6a928/content>

Tapia, P., & Tigre, V. (2017). Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis. Casos de estudio: Vehículos Hyundai Santa Fe 2.7L V6, 2009 y Chery QAC 1.0L. *REVISTA INFOCIENCIA*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7373>

UMB. (2013). Introducción a la gestión de almacenes. *Universidad Manuela Beltrán*. <http://virtualnet2.umb.edu.co/cursos/000054/mod1/pdf/pdf.pdf>

Valencia Napán, A. (2019). *Métodos de localización de planta*. <https://es.scribd.com/document/475299994/02-Metodos-de-Localizacion-de-Planta>

Van der Heijden, M., Bardgett, R., & Van Straalen, N. (2008). The unseen majority: Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 296-310.

Vera, J. Á. (2021). Localización de la planta. *The Quality Awards*, 6. https://www.academia.edu/37177341/LOCALIZACION_DE_LA_PLANTA?auto=download&email_work_card=download-paper

Vicens, L. (2019, marzo 28). Identificación de clústers y patrones con QGIS [UNIGIS]. *Blog del Máster en Tecnologías de la Información Geográfica y Ciencia de Datos Espaciales*. <https://www.unigis.es/clusters-patrones-hotspots-qgis/>

Anexos

Anexo A: Preguntas de la encuesta

1. Número de puesto
2. ¿Cuántos niños viven en casa?
3. ¿Cuántos adultos viven en casa?
4. ¿Cuántos adultos mayores viven en casa?
5. ¿Cuál es su máximo nivel de educación alcanzado?
6. ¿Quiere usted o algún miembro de su familia seguir estudiando?
7. ¿Qué residuos genera?

Anexo B: Resultados de la encuesta

Anexo C: Código análisis Silhouette en RStudio

```
library(cluster)
library(dplyr)
datos <- read.csv("C:/Users/adm/Desktop/Datos/karen Salazar/Karen/TESIS/Clusters3.csv", header=T, sep=";", dec=",")
datos <- select(datos, -"Codigo")
etiquetas <- datos$Cluster

datos$Cluster <- as.integer(datos$Cluster)
datos$x <- as.numeric(datos$x)
datos$y <- as.numeric(datos$y)
datos$Accesibilidad.en.Carretera <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.Carretera)
datos$Accesibilidad.en.el.punto <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.el.punto)
datos$Distancia..m..con.Z0 <- as.numeric(datos$Distancia..m..con.Z0)
datos$Fuentes.de.Agua <- as.numeric(datos$Fuentes.de.Agua)
datos$Vias <- as.numeric(datos$Vias)

datos <- na.omit(datos)

datos <- scale(datos)

indice_cluster <- match("Cluster", colnames(datos))
indice_cluster <- as.integer(indice_cluster)
```

```

datos <- datos[, -indice_cluster]

library(factoextra)

silhouette <- silhouette(etiquetas, dist(datos))

# Muestra los valores de Silhouette
print(silhouette)

# Índice de Silhouette
silhouette_media <- mean(silhouette[, "sil_width"])
print(paste("Media del índice de Silhouette:", silhouette_media))

datos <- read.csv("C:/Users/adm/Desktop/Datos/karen Salazar/Karen/TESIS/Clusters2.csv", header=T, sep=";", dec=",")
datos <- select(datos, -"Codigo")
etiquetas <- datos$Cluster

datos$Cluster <- as.integer(datos$Cluster)
datos$x <- as.numeric(datos$x)

datos$y <- as.numeric(datos$y)
datos$Accesibilidad.en.Carretera <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.Carretera)
datos$Accesibilidad.en.el.punto <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.el.punto)
datos$Distancia.m.con.ZO <- as.numeric(datos$Distancia.m.con.ZO)
datos$Fuentes.de.Agua <- as.numeric(datos$Fuentes.de.Agua)
datos$Vias <- as.numeric(datos$Vias)

datos <- na.omit(datos)

datos <- scale(datos)

indice_cluster <- match("Cluster", colnames(datos))
indice_cluster <- as.integer(indice_cluster)

datos <- datos[, -indice_cluster]

silhouette <- silhouette(etiquetas, dist(datos))

# Muestra los valores de Silhouette
print(silhouette)

silhouette_media <- mean(silhouette[, "sil_width"])
print(paste("Media del índice de Silhouette:", silhouette_media))

datos <- read.csv("C:/Users/adm/Desktop/Datos/karen Salazar/Karen/TESIS/Clusters4.csv", header=T, sep=";", dec=",")
datos <- select(datos, -"Codigo")
etiquetas <- datos$Cluster

datos$Cluster <- as.integer(datos$Cluster)
datos$x <- as.numeric(datos$x)
datos$y <- as.numeric(datos$y)
datos$Accesibilidad.en.Carretera <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.Carretera)
datos$Accesibilidad.en.el.punto <- as.numeric(datos$Accesibilidad.en.el.punto)
datos$Distancia.m.con.ZO <- as.numeric(datos$Distancia.m.con.ZO)
datos$Fuentes.de.Agua <- as.numeric(datos$Fuentes.de.Agua)
datos$Vias <- as.numeric(datos$Vias)

datos <- na.omit(datos)

datos <- scale(datos)

indice_cluster <- match("Cluster", colnames(datos))
indice_cluster <- as.integer(indice_cluster)

datos <- datos[, -indice_cluster]

silhouette <- silhouette(etiquetas, dist(datos))
print(silhouette)

# Índice de Silhouette
silhouette_media <- mean(silhouette[, "sil_width"])
print(paste("Media del índice de Silhouette:", silhouette_media))

```

Anexo D: Código análisis de supervivencia RStudio

```
install.packages("survival")
library(survival)

# Datos (tiempo y estado del evento)
tiempo <- c(36, 60, 12, 12, 12, 12, 4, 3, 3, 60) # Tiempo de supervivencia
evento <- c(1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1) # Estado del evento (1=evento ocurrió, 0=censura)

datos_supervivencia <- Surv(time = tiempo, event = evento)

# Análisis de Kaplan-Meier
km_estimacion <- survfit(Surv(tiempo, evento) ~ 1)

colores <- c("#FF3E7F", "#55A868", "red")
plot(km_estimacion, col = colores, main = "Curva de Kaplan-Meier", xlab = "Tiempo en meses", ylab = "Probabilidad de supervivencia")

# Datos (cantidad y estado del evento)
sem.kg <- c(0.0062, 0.0065, 0.0949, 0.1295, 0.0034, 0.003250, 0.0037, 0.0204, 0.0102, 0.0070)
evento <- c(1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1)

datos_supervivencia <- Surv(time = sem.kg, event = evento)

# Análisis de Kaplan-Meier
km_estimacion <- survfit(Surv(sem.kg, evento) ~ 1)
colores <- c("#FF3E7F", "#55A868", "red")

plot(km_estimacion, col = colores, main = "Curva de Kaplan-Meier", xlab = "Sem/kg", ylab = "Probabilidad de supervivencia")
abline(v = 0.0114, col = "blue", lty = 2)
axis(2, at = seq(0, 1, 0.1))
axis(1, at = 0.0114)
```

Anexo E: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Peso de residuos



Anexo D: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Evidencia no clasificación de residuos



Anexo E: Visitas a Mercado Nuevo Susudel – Puesto de venta de frutas y verduras

