



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Aplicación de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTORES:

Huamán Bocanegra, Ginsing Giarli (ORCID: 0000-0002-3016-2268)

Tapia Paz, Yersi Fernando (ORCID: 0000-0002-5635-5826)

ASESORES:

Dr. Lloclla Gonzáles, Herry (ORCID: 0000-0002-0821-7621)

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por haberme dado la vida, salud e inteligencia para cumplir mis metas.

A Eva, mi madre y a mis hermanos que es el tesoro más preciado en mi vida, por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos, valores y enseñanzas.

Ginsing Giarli

A mi familia por el ánimo, motivación y apoyo dado, para poder realizar el trabajo de investigación y a todas las personas consultadas por los consejos brindados para obtener buenos resultados y poder concluir de manera exitosa este trabajo.

Yersi Fernando

Agradecimiento

Agradezco de manera especial a mis maestros por brindarme sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación.

Ginsing Giarli

A Dios por darme la voluntad para seguir adelante.

A mis padres por todo su esfuerzo y dedicación para poder seguir adelante con mis estudios.

A todos mis maestros por darnos las pautas necesarias para poder realizar este trabajo.

Yersi Fernando

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Población y muestra del trabajo de investigación</i>	14
Tabla 2. <i>Muestras para la aplicación de la barrera de residuos de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)</i>	18
Tabla 3. <i>Medición de ondas electromagnéticas de muestra “A”</i>	22
Tabla 4. <i>Medición de ondas electromagnéticas de muestra “B”</i>	23
Tabla 5. <i>Medición de ondas electromagnéticas de muestra “C”</i>	24
Tabla 6. <i>Índice de degradación de la barrera de residuos de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)</i>	25

Índice de figuras

<i>Figura 1: Altura alcanzada de muestras en 10 días</i>	26
--	----

Resumen

La alta demanda de aparatos eléctricos y electrónicos y la generación de residuos de la industria agroazucarera suponen un grave impacto en el ambiente y en la salud, pues la emisión de ondas electromagnéticas puede dañar directa o indirectamente la salud de las personas que se encuentran expuestas y los residuos pueden llegar a ser focos infecciosos, generando enfermedades. El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de reutilizar los residuos de caña de azúcar, creando una lámina que puede ser aplicada como barrera de ondas electromagnéticas. Se experimentó su efecto en la germinación de semillas de *Zea mays* (maíz); obteniendo que la muestra expuesta a la radiación electromagnética de un router Wi Fi usando la barrera tuvo mejores resultados, tanto en su germinación, altura y aspecto comparado con la muestra testigo y la que no usó la barrera. Al realizar las mediciones del flujo magnético y frecuencia de las ondas electromagnéticas, se obtuvo una eficiencia de 44.6 % y 65.6% respectivamente. Se calculó el índice de degradación de la barrera en agua y suelo, obteniéndose 7,8% y 11.7 % respectivamente, es decir, en agua tardará en degradarse aproximadamente 128 días y en suelo 86 días.

Palabras clave: ondas electromagnéticas, residuos, *Saccharum officinarum*, barrera, *Zea mays*

Abstract

The high demand for electrical and electronic devices and the generation of waste from the sugar agroindustry have a serious impact on the environment and health since the emission of electromagnetic waves can directly or indirectly damage the health of people who are exposed to them and the waste can become a source of infection, spreading diseases. This research aimed to reuse sugarcane residues, creating a sheet that can be applied as electromagnetic waves barrier. Its effect on the germination of seeds of *Zea mays* (corn) was experimented; obtaining that the sample exposed to electromagnetic radiation from a Wi Fi router using the barrier had better results, both in its germination, height and appearance compared to the control sample and the one that did not use the barrier. When carrying out the measurements of the magnetic flux and frequency of the electromagnetic waves, an efficiency of 44.6% and 65.6% was obtained respectively. The degradation index of the barrier in water and soil was calculated, obtaining 7.8% and 11.7% respectively, that is, in water it will take approximately 128 days to degrade and in soil 86 days.

Keywords: electromagnetic waves, waste, *Saccharum officinarum*, barrier, *Zea mays*

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la tecnología ha ido creciendo muy aceleradamente y por ende la demanda de artefactos eléctricos también han aumentado manera muy rápida, es común que alguien cuente con un celular personal o tenga uno de estos artefactos dentro de casa. Así mismo existe una gran cantidad de antenas de radio y televisión, para mejorar la señal y frecuencia de estos, generando al llamado electrosmog.

Sin embargo, las personas ignoran los diferentes efectos que estos pueden ocasionar la exposición a largo plazo, como lo que señalan algunos autores en sus investigaciones la exposición a ondas electromagnéticas puede causar el aumento de los niveles de estrés, irritación en la piel, quemaduras y cáncer.

La OMS se ha manifestado respecto a este problema, indicando que aún no existen bases científicas mediante las cuales se puede afirmar o descartar las consecuencias negativas de las ondas electromagnéticas en las personas, es por ello que las califican como posibles cancerígenos. A pesar que estas consecuencias no han sido demostradas científicamente en personas, se ha logrado experimentar con ratas, exponiéndolas a radiaciones durante tiempo constante dando como resultado el aumento de células cancerígenas.

Según la Ley para el Fortalecimiento de la expansión de la infraestructura en telecomunicaciones N° 29022 indica que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones viene a ser la autoridad competente responsable de la instalación de las torres de telecomunicaciones que se encuentran a lo largo de cada carretera.

Si hacemos una visión retrospectiva, hace unas décadas atrás, sólo existían radios, televisores de baja frecuencia, celulares y antenas, actualmente estas cantidades se han incrementado. Según Vilela (2019) en Perú viven 32.74 millones de personas de las cuales aproximadamente el 86% utiliza un teléfono móvil básico, mientras que un 58% utiliza un Smartphone, también se detalla que el 96% de la población cuenta con una televisión

El incremento de estos aparatos eléctricos, antenas de radios, celulares entre otros; ha llevado a establecer normativa para regular la emisión de radiaciones provenientes de estos, es por ello que se cuenta con ECAs para radiaciones no ionizantes, aprobada mediante el DS. N° 010-2005-PCM, donde se fija el rango de frecuencias de radiación, durante un tiempo determinado, para evitar daños en la salud. Así mismo también existen los LMP, aprobados por el DS. N° 038-2003-MTC, el cual establece el rango de frecuencias tanto para la exposición ocupacional y poblacional

Por otro lado, tenemos la generación de residuos por parte de la industria azucarera, en este caso el residuo de *Saccharum officinarum* caña de azúcar); a pesar que se le de muchos usos a este residuo, como la elaboración de papel, tableros, energía, otros. Sin embargo, no es reaprovechado en su totalidad, por ende, tiende a generar un impacto perjudicial en la salud y en el ambiente.

Teniendo en cuenta estos dos problemas: la emisión de ondas electromagnéticas y la gran generación de residuos de caña de azúcar, considerando que pueden ocasionar daños y deterioro de la salud y del ambiente; se cree conveniente buscar una solución amigable con el ambiente para mitigar ambos problemas, elaborando una lámina como barrera de dichos residuos para proteger a las personas de ondas electromagnéticas emitidas por los diferentes aparatos eléctricos y antenas.

Esta realidad expuesta nos lleva a formularnos el siguiente problema:

¿Cuál es la eficacia de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo?

El proyecto de investigación se justificó según lo siguiente:

Esta investigación fue de suma importancia para la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, ya que es un tema que aún no ha sido estudiado y busca el aprovechamiento de los residuos generados por las actividades que usan como materia prima la caña de azúcar para darle un nuevo uso, con la finalidad de usarla como barrera para disminuir la emisión de las ondas electromagnéticas no ionizantes.

Así mismo este trabajo de investigación se podrá aplicar en diferentes lugares del país y del mundo, ideal para todos los niveles socioeconómicos, ya que los costos de producción serán mínimos y accesibles. Así mismo permitirá nuevas investigaciones relacionadas al tema, por ende, este texto se convierte en un punto importante y referencial para la práctica de la investigación científica.

Esta investigación nos conlleva a plantearnos los siguientes objetivos:

El objetivo general del trabajo de investigación fue: Determinar la eficacia de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo; y los objetivos específicos fueron: Elaborar una lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo; Medir la radiación electromagnética no ionizante emitido por un router Wi-Fi, Movistar; Determinar el índice de degradación de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) y Describir el proceso de germinación de *Zea Mays* (maíz) expuestas un router Wi-Fi con barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Teniendo clara la problemática y los objetivos de esta investigación, se presenta la siguiente hipótesis:

Ha: La lámina de bagazo de caña de azúcar, es eficaz como barrera de las ondas electromagnéticas.

Ho: La lámina de bagazo de caña de azúcar, no es eficaz como barrera de las ondas electromagnéticas.

II. MARCO TEÓRICO

En la Universidad de Oriente (Cuba), Manals, Penedo y Salas (2014) realizaron un estudio con la finalidad evaluar propiedades físicas y químicas del bagazo de caña, teniendo en cuenta su tamaño. Las propiedades químicas que se tuvieron en cuenta en dicha investigación fueron volátiles, cenizas, humedad y carbono fijo. Entre sus resultados se determinó que el tamaño de las partículas influye en las propiedades del bagazo de caña, menos para el carbono fijo.

Esta investigación nos permite tener en cuenta que las propiedades del bagazo de caña varían en función al tamaño de sus partículas, lo cual será muy importante para la elaboración de la lámina de dicho desecho.

Por otro lado, en la Universidad Nacional Autónoma de México (México) Aguilar (2010) realizó una investigación buscando determinar los efectos de almacenamiento de fibra de bagazo de caña teniendo en cuenta las propiedades físicas de la pulpa, obteniendo buenos resultados en su rendimiento, rechazos de cocción y propiedades excelentes, debido al incremento de sus propiedades en general.

La anterior investigación resalta que las propiedades que presenta el bagazo de caña son muy valiosas, ya que permitirán obtener celulosa para usarla con otros fines aún no estudiados.

En la Universidad de Guadalajara (México) Prado, Anzaldo, Becerrera, Palacios, Vargas y Rentería (2011) realizaron una investigación para identificar los componentes químicos de dos plantas diferentes, en este caso las hojas de mazorca y el bagazo de caña de azúcar para comprender la forma de sus fibras, para poder de estimar qué tan factible es su uso para la extracción de pulpa de celulosa. El alto nivel de holocelulosa y α -celulosa, en ambas plantas, en confrontación con otros orígenes de fibra celulosa, convierte a estas materias primas en el material idóneo que puede ser usado en la manufacturación de materiales procedentes de la celulosa, dicha circunstancia nos abre la posibilidad de reutilizar el excedente de residuos generados por la industria azucarera u otras actividades.

La comparación realizada en esta investigación entre bagazo de caña y las hojas del maíz, nos permiten determinar que ambos cuentan con un alto contenido de dos tipos de celulosa y son materiales ideales para la elaboración de subproductos.

En la Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (Nueva York) Hansson (1980) realizó varios estudios epidemiológicos con el fin de relacionarlo con el uso de teléfonos móviles, microondas, routers (wifi), por lo cual llevó a cabo una prueba con animales. En este caso se experimentó con ratones de laboratorio, los cuales fueron expuestos a una radiación electromagnética semejante a la que emite comunicación móvil digital, durante 18 meses, teniendo una dosis de una hora diaria. Se obtuvo como resultado que 43 de 101 ratones presentaban cáncer al sistema linfático, siendo la cabeza la zona más afectada donde se concentra toda energía irradiada por un teléfono móvil, etc.

Esta investigación nos manifiesta que aún no existen pruebas en personas, pero sí en animales acerca de las consecuencias de la exposición a ondas electromagnéticas durante un tiempo determinado, lo cual debe servir como alerta para tomar las medidas del caso.

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) Armesto, Angarita y Lobo (2015) realizaron una investigación, buscando evaluar los impactos de las radiaciones electromagnéticas en la germinación del maíz. Dichas semillas fueron expuestas las 24 horas del día, durante 8 días a radiación electromagnética. Se logró apreciar que las plantas de maíz expuestas a una frecuencia de radiación de 950 MHz germinaron mucho más rápido que las que fueron expuestas a 440 MHz, sin embargo, durante su crecimiento fueron perjudicadas, ya que presentaron menor altura, hojas amarillentas y una textura débil; el aumento de la frecuencia de radiación de ondas electromagnéticas causó estrés en las plantas expuestas.

Según esta investigación las ondas electromagnéticas pueden ocasionar estrés en las especies vegetales, tal y como lo indican los resultados de la investigación, si bien las plantas de maíz tuvieron una germinación más rápida, pero tuvo efectos negativos en su crecimiento y calidad de planta, marchitándose.

En Colombia, Alfaro (2016) realizó una investigación para evaluar absorbedores de ondas electromagnéticas a base de vegetales y minerales. En dicha investigación se elaboró un prototipo de absorbedor de ondas electromagnéticas, de la misma manera se logró comprobar que las capas separadas son potencialmente buenos absorbedores. Así mismo resultaron validadas las propiedades absorbentes del carbón mineral, la madera cañaguatate y la especie de cactus. Algunas plantas tienen características especiales que pueden hacer posible la absorción de ondas electromagnéticas

Según dicha investigación existen algunas especies vegetales que tienen la capacidad de absorber las ondas electromagnéticas, de la misma manera otras especies por descubrir pueden cumplir la misma función, lo cual aún no ha sido investigado.

En los Estados Unidos, Marshall y Rumann (2017) realizaron una investigación titulada “Electrosmog and autoimmune disease” con la finalidad de demostrar que las ondas electromagnéticas afectan al sistema inmunológico del ser humano, se experimentó con 64 personas, las cuales durante 4 horas usaban un gorro para dormir de tela protectora de ondas electromagnéticas, diseñada para proteger el cerebro. Se obtuvo como resultado que las personas tienen una susceptibilidad al electrosmog emitido por señales de comunicación de celulares y WiFi, el 90% de las personas que usaron el gorro para dormir informaron cambios definitivos en su salud. La hipersensibilidad electromagnética es mucho más alta que la tasa de 3-5% reportada en una población sana, por lo cual se sugiere un control más efectivo.

La anterior investigación nos demuestra que se han usado estrategias para proteger a las personas de la exposición a ondas electromagnéticas, en este caso una gorra de tela especial para proteger el cerebro de las personas mientras dormía. Así mismo se infiere que la hipersensibilidad de las personas a las ondas electromagnéticas, es mucho más alta de lo que se ha logrado reportar anteriormente.

En Universidad Técnica de Yildiz (Turquía) Akbal, Kiran, Sahin, Turgut y Balik (2010) llevaron a cabo una investigación sobre las consecuencias de ondas electromagnéticas por teléfonos móviles en la germinación y crecimiento de la raíz de *Lens culinaris* (lenteja), obteniendo como resultado que las muestras expuestas a ondas electromagnéticas provenientes de un teléfono celular durante 48 horas, no fue afectada en la etapa de germinación, pero sí se vio afectada en la etapa de crecimiento de la raíz, debido a un posible efecto del estrés oxidativo.

De esta investigación se puede inferir que existen efectos notorios de la radiación electromagnética proveniente de los teléfonos celulares en las plantas, estos efectos deben ser investigados rigurosamente en otras células no solo vegetales, sino también las células humanas.

En la Universidad Jawaharlal Nehru (India) Kesari, Kumar y Behar (2010) llevaron a cabo una investigación sobre la formación de radicales libres ocasionados a la exposición a teléfonos móviles y su efecto sobre la fertilidad en ratas Wistar machos de 70 días de edad, los cuales fueron expuestos 2 horas al día durante 35 días a la frecuencia del teléfono móvil. En dicha investigación se obtuvieron claros indicadores de un patrón de infertilidad, así mismo la generación de radicales libres aumentó significativamente.

Por lo tanto, teniendo como base los experimentos de estos autores en ratones, podemos inferir que las ondas electromagnéticas que son emitidas por los teléfonos celulares podrían afectar el potencialmente la fertilidad de los espermatozoides no solo de los ratones, sino también de los hombres.

En la universidad del Mar Negro (Turquía) Özdemir y Kargi (2011) realizaron una investigación sobre las ondas electromagnéticas y la salud humana, donde se menciona el particular creciente de usuarios, de manera espectacular los teléfonos móviles se elevan generando preocupaciones significativas debido a su daño potencial en las personas expuestas por ondas de radiofrecuencia o ELF. Puesto que los teléfonos móviles se utilizan en posiciones muy cercanas del cuerpo humano y requieren un gran número de antenas de estaciones base.

Podemos manifestar que el crecimiento tecnológico tiene sus desventajas ya que produce enfermedades a largo plazo por la cercanía de las antenas a diferentes zonas del cuerpo, aunque no esté probado científicamente se tienen diversos estudios que así lo determinan.

Cruz (2009) publicó un artículo en la revista Perú Med Exp Salud Publica, en el cual realizó una investigación con el fin de evaluar los impactos perjudiciales en la salud por la exposición a radiaciones originadas por los servicios de telecomunicaciones en el Perú, indicando como resultado que el peligro que generan estas estaciones portátiles, es decir los celulares o teléfonos móviles es mucho más significativo comparado con las que generan las estaciones fijas, ya que los celulares o microondas producen niveles más altos de radiación que las estaciones fijas que necesitan mucha menos energía, pudiendo llegar casi a 80% de radiación electromagnética.

Esta revista infiere que los servicios de telefonía móvil en el Perú han ido avanzando progresivamente, de la misma manera se puede decir que los riesgos aumentan al estar expuestos con mayor frecuencia a las ondas electromagnéticas que generan dichos procesos.

En la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo (Perú) Delgado y Uribe (2017) realizaron una investigación para determinar los parámetros más eficientes para obtener pulpa que es usada en la elaboración de papel a base de hojas de caña de azúcar, dando como resultado que las hojas de caña de azúcar son una fuente única y primordial de materia prima para este proceso, pues dio como resultado un porcentaje considerable de contenido de celulosa en un 35.47%, dicho porcentaje se encuentra muy por encima de otros materiales lignocelulósicos no madereros, sin embargo está por debajo de los rangos de la madera. Así mismo se obtuvo un porcentaje de 21.05 % de lignina, de igual manera por encima de los materiales lignocelulósicos no leñosos, pero por debajo de la madera.

Los resultados de esta investigación nos reflejan que los materiales procedentes de la caña de azúcar son aptos para producir pulpa de celulosa, ya que su contenido de celulosa está por encima de otros materiales similares, aunque por debajo de la manera, éste puede ser aprovechado en lugar de ser desechado.

En la Universidad Nacional del Centro del Perú (Perú), Quinto (2009) realizó una investigación para lograr interpretar y examinar los resultados negativos de la radiación electromagnéticos en sus diferentes frecuencias en la salud de los humanos, obteniéndose como resultados que aún no se ha logrado realizar análisis físicos, químicos, biológicos y clínicos que permitan demostrar que existe un enlace directo e indirecto entre el contacto con los campos eléctricos y el aumento de enfermedades en personas o animales. A pesar que la OMS califica a las ondas electromagnéticas como posibles cancerígenas, no puede ser una clasificación definitiva por ausencia de evidencias.

Por la falta de investigaciones que comprueben las consecuencias perjudiciales de las ondas electromagnéticas en la salud, se ha calificado como posibles cancerígenos. Las personas llevan expuestas mucho tiempo a estas ondas, por lo que es importante que esto sea estudiado para poder determinar las medidas preventivas para proteger la salud.

En la universidad Nacional de Ingeniería del Perú (Perú), Chuquipul (2008) realizó una investigación con el objetivo de comprobar si los equipos celulares, radios, wifi tiene una potencia menor comparado con el avance tecnológico, obteniéndose como resultado que según científicos y la OMS, debido a la falta de estudios que evidencian sus efectos se ha calificado que las personas que están en constante relación con estos equipos no presentan efectos adversos a su salud a largo plazo.

La OMS ha comunicado que las personas que se encuentran expuestas a equipos celulares y otros que emiten ondas electromagnéticas no presentan daños en su salud a largo plazo, sin embargo, no podemos dar esta teoría como 100% cierta, ya que no existen las pruebas necesarias para poder validarla.

El Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (Perú), Cruz (2005) realizó una investigación para demostrar que la radiación no ionizante emitida a un cuerpo humano está dada en función a la frecuencia a la que esté expuesta, lo cual puede ocasionar el calentamiento en los trabajadores y población en general, obteniéndose como resultado que no son suficientes para dañar permanentemente los tejidos de personas, asimismo se manifestó que estas personas podrían presentar pequeñas quemaduras a largo plazo.

Esta investigación se contrapone a lo emitido por la anterior, pues de acuerdo a la constancia de la exposición puede ocasionar considerables consecuencias en la salud, como podemos mencionar el daño de sus tejidos.

La OMS (2014) y con el apoyo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú llevaron a cabo una asamblea para discutir los posibles daños en la salud que ocasionarían las antenas dentro de su rango de acción, para difundir diferentes conocimientos del tema y servir como base de datos para enfermedades o casos futuros, obteniendo como resultados que según la OMS no hay efectos sobre la salud estudiados anteriormente, aunque aún no se descarta la posibilidad de que exista.

Según esta investigación es importante tener en cuenta que existe la posibilidad que las ondas electromagnéticas tengan un impacto negativo en la salud. Al no existir investigaciones anteriores que hayan sido demostradas científicamente sobre los efectos en la salud, no nos permite dar una teoría por cierta o verdadera, es por ello la necesidad de realizar estudios relacionados al tema para poder aprobar o rechazar dicha teoría.

Los antecedentes están sustentados en un marco teórico, los cuales son parte importante para el desarrollo de la investigación, definiendo así los siguientes términos:

Las ondas electromagnéticas no ionizantes son emitidas por las antenas de radio, router de Wi-Fi, celulares, microondas, otros electrodomésticos. Para Castaño (2008) las ondas electromagnéticas vienen a ser aquellas que se producen por vibraciones de campos eléctricos y magnéticos, así mismo señala que no es necesario un medio material para su propagación, la cual es a la

velocidad de la luz. El origen de las ondas electromagnéticas se da cuando una carga eléctrica acelerada emite energía en forma de radiación (p.7).

Estas ondas electromagnéticas producen la llamada contaminación electromagnética o conocida también como electrosmog es un término que ha surgido en los últimos tiempos, que viene causando mucha controversia en la sociedad. Según Calvente (2015) La contaminación electromagnética es aquella que se genera de la producción y transmisión de energía eléctrica y del funcionamiento de equipos eléctricos, la cual puede producir efectos dañinos en la salud de los seres vivos (p.9). El electrosmog viene a ser un tipo de contaminación que no es percibida por el ojo humano como otros tipos de contaminación, esta es producida por la radiación de las diferentes fuentes de campos electromagnéticos.

Este tipo de contaminación no solo afecta al ambiente, sino también al humano, produciendo el estrés electromagnético, que Según Luquin (2013) define estrés electromagnético al desequilibrio o cualquier modificación que resulte perjudicial para las capacidades y facultades vitales del ser humano y de otros seres bióticos, ocasionado por la exposición o contacto con cualquier fuente de emisión de radiación (p.3). El estrés electromagnético se da por la sobreexposición a equipos que emiten ondas electromagnéticas, en este caso televisores, celulares, router de Wifi, horno microondas, entre otros; llegando a ocasionar efectos perjudiciales en las personas.

Las consecuencias de ondas electromagnéticas son múltiples, pues en los últimos años se han incrementado los campos electromagnéticos, en especial en las ciudades altamente urbanizadas en busca de un mejor servicio en la comunicación, pero aún sigue en discusión sus efectos nocivos en los pobladores aledaños a las fuentes de radiación electromagnética. Según Martí (2011) sostiene que la radiación electromagnética no genera iones al entrar en interacción con la materia, debido a que su contenido es bajo, a pesar de esto puede ocasionar efectos graves sobre la salud, indicando como tales irritación, náuseas y vómitos, incidencia a anorexia, insomnio, disminución del sentido del olfato, cataratas, aumento de tumores, entre otros males (p.25).

Las consecuencias de la exposición a campos de radiación electromagnética son muy graves, los científicos siguen realizando investigaciones para poder afirmar su peligrosidad, pero los estudios en animales nos sirven como alerta.

Los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), también llamados bagazo de caña, viene a ser un deshecho que se genera en la producción del azúcar. Para Reyna (2016) es un residuo generado en grandes cantidades, principalmente en la industria agroazucarera, dicho residuo puede ser empleado como recurso energético y también para otros fines de carácter socioeconómico (p.24).

Los residuos de la caña de azúcar tienen excelentes propiedades, lo cual lo hace apto para la elaboración de nuevos materiales, dándole diferentes utilidades. Según Boarini (2006) el bagazo de caña está compuesto por un 46% a 52 % de humedad, un 43% a 52% de fibra celulosa y un 2% a 6% de sólidos solubles (p.28). Su porcentaje en fibra celulosa es considerable, siendo apto para su reutilización.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es experimental

3.1.2. Diseño de investigación.

Esta investigación presenta un diseño Cuasi - Experimental, ya que no se puede tener control de todas las variables que influyen en esta investigación, así mismo se trabaja con una muestra testigo. De las muestras seleccionadas se comparará el comportamiento de la germinación y crecimiento de las semillas de *Zea mays* (maíz), expuestas a ondas electromagnéticas no ionizantes emitidas por un router Wi Fi, con la aplicación de una barrera elaborada a base de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Este diseño está definido por el siguiente esquema:

ME: A1 --- T --- A2

MC: A3 --- A4

Donde:

ME: Muestra experimental

MC: Muestra control o testigo

A1 y A3: Pre test aplicado al muestra experimental y control

A2 y A4: Post test aplicado al muestra experimental y control

T: Tratamiento con barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente: residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) y la variable dependiente: el nivel de ondas electromagnéticas.

La definición conceptual, operacional, las dimensiones. Indicadores y escala de medición de cada variable se encuentran detalladas en el **Anexo 01**.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población.

La población tomada para esta investigación fue 50 kilos de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

3.3.2. Muestra.

La muestra tomada fue 3 kilos de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Tabla 1. Población y muestra del trabajo de investigación

Población	50 kilos de residuos de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar).
Muestra	3 kilos de residuos de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar).

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De una población de 50 kg de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) se tomó una muestra de 3 kg para la elaboración de una barrera de ondas electromagnéticas no ionizantes.

3.3.3. Muestreo.

Es de tipo no probabilístico, donde los investigadores escogen la muestra de interés por conveniencia, teniendo en cuenta los objetivos que quieren lograr.

3.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos

3.4.1. Técnica.

Se hizo uso de la observación sistemática estructurada, donde se centrará en la elaboración y aplicación de la barrera de bagazo de caña en la germinación de semillas de *Zea mays* (maíz), para lograr conocer el nivel de eficacia de la barrera.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

- Libreta de apuntes
- Balanza digital
- Olla presión
- Cocina o estufa
- Licuadora
- Router Wi – Fi Movistar
- Semillas de *Zea Mays* (Maíz)
- Cinta métrica.
- Aplicación EMF Detector
- Aplicación Spectroid
- Rangos de ondas electromagnéticas no ionizantes establecidos en los LMP y ECA peruanos.

3.4.3. Validez y confiabilidad.

Este trabajo de investigación está basado en el marco teórico de estudios sobre mediciones de ondas electromagnéticas, los cuales han sido usados para calibrar las aplicaciones EMF Detector y Spectroid usada en esta investigación. Así mismo los datos obtenidos por emisión de un router Wi Fi fueron comparados con los LMP y ECA establecidos por la

normativa peruana para lograr determinar la eficacia de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

3.5. Procedimientos

3.5.1. Obtención de la barrera de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

El procedimiento que se llevó a cabo para obtener la barrera de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) se detalla a continuación:

a) Obtención de material

La materia prima para este trabajo fueron los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), el cual se obtuvo del mercado modelo de Chiclayo, de las zonas donde se vende jugo de caña.

b) Proceso de selección

Los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) obtenidos fueron separados de la cáscara de forma manual.

c) Proceso de secado

Los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) se secaron al sol durante 4 días.

d) Proceso de picado

Una vez secada la materia prima se procedió a cortarla, obteniendo un diámetro de 1 x 1 centímetro.

e) Proceso de cocción

Después de haber picado los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), se puso a hervir con soda cáustica con una concentración de 10%, durante 30 minutos.

f) Proceso de lavado y licuado

Después de haber realizado el proceso de cocción, se dejan enfriar los residuos y se lavan con agua fría, para luego proceder a licuarlos y obtener la pulpa.

g) Proceso de moldeado y secado

La pulpa obtenida en el proceso de licuado se exprime y se deposita en un molde de madera con las medidas de una hoja de papel bond A4 (30 x 21 cm), con un espesor de 0.5 mm. Finalmente se pone a secar al sol durante 48 horas.

3.5.2. Medición de ondas electromagnéticas no ionizantes.

Para realizar la medición de las ondas electromagnéticas no ionizantes se acercó el móvil celular con la aplicación EMF Detector al router Wi Fi para medir el flujo magnético y la aplicación Spectroid para medir la frecuencia de las ondas electromagnéticas.

3.5.3. Aplicación de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Se aplicó en la germinación de semillas de *Zea mays* (maíz), las cuales fueron expuestas a radiación electromagnética no ionizantes. Se trabajaron con tres muestras: la primera muestra testigo "A", la segunda muestra expuesta a radiación no ionizante sin barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) "B" y la tercera muestra expuesta a radiación no ionizante con barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) "C".

Se dio seguimiento a las semillas germinadas durante 10 días, en los cuales se tomaron datos de la radiación emitida mediante las aplicaciones EMF Detector y Spectroid, así mismo se tomaron datos respecto al crecimiento de las semillas germinadas y algunas observaciones de las plantas relacionados a su color y aspecto.

Tabla 2. Muestras para la aplicación de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

Muestra	Especie	N°	Descripción
A	<i>Zea mays</i> (maíz).	2	Muestra testigo
B	<i>Zea mays</i> (maíz).	2	Germinación de semillas expuestas a ondas electromagnéticas
C	<i>Zea mays</i> (maíz).	2	Germinación de semillas expuestas a ondas electromagnéticas con barrera de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para determinar la eficacia de la barrera protectora de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) frente a las ondas electromagnéticas se utilizaron semillas de *Zea mays* (maíz), teniendo tres muestras de la misma especie, de las cuales la muestra “A”, es la muestra testigo, la cual no presentó ningún tratamiento; la muestra “B”, fue expuesta a ondas electromagnéticas para identificar sus efectos en su germinación y crecimiento y la muestra “C”, también fue expuesta a ondas electromagnéticas, pero usando la barrera protectora de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

3.5.4. Determinación del índice de degradación de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Para lograr determinar el índice de degradación del material elaborado, en primer lugar, fue pesado para posteriormente ser expuesto a agua y suelo con un pH conocido, durante 10 días, dentro de los cuales cada 5

días se controló el peso, para de esta manera determinar cuánto del material se fue perdiendo y cuánto tardaría en degradarse por completo.

3.6. Método de análisis de datos

Los métodos de análisis usados en este trabajo de investigación fueron:

- a) La medición: mediante aplicaciones para celulares, en este caso la app EMF Detector y Spectroid. La cual nos permitió tomar datos sobre las radiaciones no ionizantes emitidas por un router Wi-Fi Movistar.

También se midió el tamaño que alcanzaron las semillas germinadas de *Zea Mays* (maíz) durante 10 días.

- b) La observación: la cual nos permitió identificar las características de las semillas germinadas, tales como el color y el estado de la planta. Este método de análisis nos permitió la toma y organización de datos durante 10 días.
- c) La experimentación: la cual fue aplicada durante la elaboración de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) para posteriormente ser aplicada en la germinación de semillas de maíz expuestas a radiación electromagnética no ionizante. A través de la experimentación se pudo determinar si la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) funciona o no, al observar las características de las semillas germinadas.
- d) Software Excel 2013: Los resultados de esta investigación son analizados con este software, el cual nos permite crear tablas y gráficos estadísticos, los cuales serán interpretados posteriormente.
- e) La comparación: nos permite dar mayor realce y confiabilidad a la investigación, ya que los resultados obtenidos se comparan con la normativa vigente peruana (LMP y ECA). Así mismo también se comparan las características de las semillas germinadas expuestas a radiación electromagnéticas no ionizante, con y sin la barrera de residuos de caña de azúcar y con la muestra testigo.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación está regido por principios éticos, se garantiza que los antecedentes y bases teóricas han sido citados según la normativa ISO 690 vigente, respetando los derechos del autor y evitando la apropiación de investigaciones.

Así mismo cabe resaltar que se experimentó con organismos pluricelulares inferiores, es decir especies vegetales, más no se experimentó con personas o animales, pues según los principios éticos esto no está permitido.

Los resultados descritos en la presente investigación obedecen la legitimidad de los autores.

IV. RESULTADOS

Objetivo: Elaborar una lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo.

Se logró elaborar una lámina a base de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) para posteriormente ser aplicada como barrera de ondas electromagnéticas con un espesor de 0.5 mm, considerando que sería el espesor mínimo para que pueda evitar la emisión de ondas electromagnéticas. Se recolectó el residuo del mercado modelo de Chiclayo, para posteriormente ser seleccionado y secado. Pasó por un proceso de cocción con soda cáustica al 10 %, fue lavado con agua fría dos veces, luego fue licuado para obtener la pulpa y finalmente se colocó en un molde y secado al sol.

Para elaborar la barrera de ondas electromagnéticas se tomó una muestra de 3 kg de residuos, los cuales fueron seleccionados, es decir se separó la fibra de la cáscara, trabajando finalmente con 350 g de fibra de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), de la cual se obtuvo una lámina de 30 x 21 cm, con un espesor de 0.5 mm. La solución usada para la cocción estuvo compuesta por 400 mL de agua y 40 g de soda cáustica.

Realizando los respectivos cálculos se puede determinar que para elaborar una lámina de 1 metro cuadro de dichos residuos, sería necesario 5.6 kg de fibra de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), 6.3 L de agua y 634 g de soda cáustica.

Objetivo: Medir la radiación electromagnética no ionizante emitido por un router Wi-Fi, Movistar.

Se realizaron las mediciones de las ondas electromagnéticas no ionizantes que emite un router WiFi - Movistar durante 10 días, para realizar dichas mediciones se utilizó dos aplicaciones para celular: EMF Detector y Spectroid. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 3. Medición de ondas electromagnéticas de muestra "A"

Muestra "A"				
Día	Flujo magnético (UT)	Frecuencia (Hz)	Crecimiento (cm)	Observación
1	25	89	0	No creció
2	31	110	0	No creció
3	18	64	0	No creció
4	29	103	0	No creció
5	22	78	0.1	Color verde
6	28	100	1	Color verde
7	29	144	3.5	Color verde pálido, presencia de sus primeras hojas. Crecimiento lento
8	27	97	5.8	Color verde brillante, crecimiento lento.
9	27	108	9	Crecimiento lento, color verde brillantes, hojas pequeñas
10	29	110	11.5	Color verde brillante
Promedio	26.5	100.4	3.1	Crecimiento lento, hojas verdes en buena condición

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Durante los 10 días de exposición la muestra testigo "A" recibió una radiación no ionizante máxima de 31 uT y 144 Hz, teniendo un promedio de 26.5 uT de flujo magnético y 100.4 Hz de frecuencia. Los resultados obtenidos del flujo magnético se encuentran fuera de los ECA, pero los resultados de frecuencia se encuentran dentro de los valores establecidos.

Tabla 4. Medición de ondas electromagnéticas de muestra "B"

Muestra "B"				
Día	Flujo magnético (UT)	Frecuencia (Hz)	Crecimiento (cm)	Observación
1	120	540	0	No creció
2	163	734	0	No creció
3	158	711	0	No creció
4	167	752	0	No creció
5	117	527	1	Color verde pálido
6	154	693	3	Color verde pálido
7	160	720	6.9	La presencia de sus primeras hojas, buen crecimiento
8	106	694	11.5	Color verde pálido, crecimiento rápido.
9	142	614	15	Crecimiento rápido, hojas verdes pálidas con indicios de marchitez, tallo color blanco
10	140	600	19	Color verde amarillento, hojas marchitas
Promedio	142.7	658.4	5.6	Crecimiento rápido, hojas amarillentas marchitas

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La muestra expuesta a ondas electromagnéticas "B" emitidas por un router Wi - Fi Movistar durante 10 días, recibió una radiación máxima de 167 uT y 752 Hz, teniendo un promedio de 142 uT de flujo magnético y 658 Hz. Los resultados obtenidos del flujo magnético se encuentran fuera de los ECA, pero los resultados de frecuencia se encuentran dentro de los valores establecidos.

Tabla 5. Medición de ondas electromagnéticas de muestra "C"

Muestra "C"				
Día	Flujo magnético (UT)	Frecuencia (Hz)	Crecimiento (cm)	Observación
1	85	218	0	No creció
2	79	203	0	No creció
3	83	213	0	No creció
4	80	205	0	No creció
5	84	215	1	Color verde pálido
6	81	208	3.5	Color verde pálido
7	77	308	7	La presencia de sus primeras hojas, buen crecimiento
8	66	307	11	Color verde pálido, crecimiento rápido.
9	69	196	18	Crecimiento rápido, hojas verdes, tallo color blanco
10	77	195	21.5	Color verde
Promedio	78.1	226.8	6.2	Crecimiento rápido, las hojas se mantienen en color verde y buena condición

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La muestra expuesta a ondas electromagnéticas con barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) "C" recibió una radiación máxima de 85 uT y 308 Hz, teniendo como promedio 78,1 uT de flujo magnético y 226.8 Hz de frecuencia. Los resultados obtenidos del flujo magnético se encuentran fuera de los ECA, pero los resultados de frecuencia se encuentran dentro de los valores establecidos.

Objetivo: Determinar el índice de degradación de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

La barrera de residuos de caña de azúcar fue expuesto a agua y suelo húmedo con un pH de 7.6 (simulando el proceso de compostaje), durante 10 días, durante este tiempo se pudo apreciar que la barrera es resistente al agua y tardaría mucho más tiempo en degradarse que en el suelo. Los resultados obtenidos en peso y porcentaje se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Índice de degradación de la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

Peso inicial	0.64		0.68	
Día	Agua		Suelo	
	Peso	%	Peso	%
5	0.63	1.6%	0.65	4%
10	0.59	7.8%	0.6	11.7%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El índice de degradación de la barrera durante 10 días en agua es 7.8 % y en suelo con un pH de 7.6 es 11.7%, tardando en degradarse más tiempo en agua que en suelo.

Objetivo: Describir el proceso de germinación de *Zea Mays* (maíz) expuestas un router Wi-Fi con barrera de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

Al exponer las muestras a radiación electromagnética no ionizante proveniente de un router Wi-Fi Movistar durante 10 días, se pudo determinar que las muestras que estuvieron cerca al router Wi-Fi tuvieron un crecimiento mucho más rápido, dichos resultados se detallan en la siguiente figura:

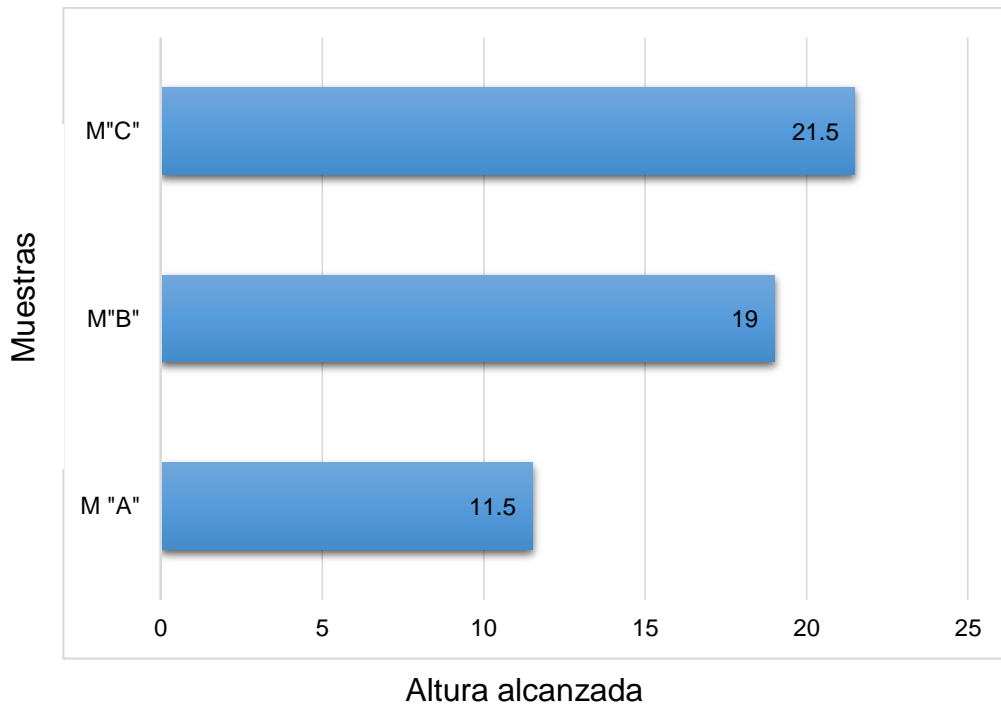


Figura 1: Altura alcanzada de muestras en 10 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La muestra control “A”, tuvo un crecimiento lento, pero el color y la calidad de la planta fueron óptimas. En cambio, la muestra expuesta directamente a la radiación electromagnética no ionizante “B” tuvo un crecimiento muy rápido, pero a partir del día 9 la planta empezó a presentar un color amarillento y se fue marchitando. Por otro lado, la muestra “C” expuesta a ondas electromagnéticas con barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) crecieron rápidamente al igual que la muestra “B”, pero su color fue un verde más oscuro y no presentó indicios de marchitamiento.

Objetivo general: Determinar la eficacia de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), como barrera de ondas electromagnéticas, Chiclayo.

Al realizar las mediciones de la emisión de ondas electromagnéticas, se obtuvo como resultado que al usar barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), tanto el flujo magnético como la frecuencia de la radiación electromagnética no ionizante disminuyeron en un 44.6 % y 65.6% correspondientemente.

Estos porcentajes también se pueden comparar con los resultados obtenidos en la germinación de las muestras de *Zea mays* (maíz), pues la muestra “B” expuesta a ondas electromagnéticas no ionizantes proveniente de un router Wi-Fi Movitar presentó un crecimiento rápido, pero pasado los días su color verde pálido se volvió amarillento y comenzó a marchitarse. En cambio, la muestra “C” expuesta a ondas electromagnéticas no ionizantes, pero aplicando la barrera de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), presentó una mejor calidad, en crecimiento, color y aspecto.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se comparan los resultados obtenidos por el equipo de investigación con los de otros autores, en sus diferentes investigaciones relacionadas al tema de investigación, lo cual nos permite corroborar o refutar los resultados obtenidos, dando mayor realce a las investigaciones que tienen una mayor concordancia con el tema de investigación realizado.

Delgado y Uribe (2017) en su investigación realizada, buscaron determinar el nivel de concentración de soda cáustica o hidróxido de sodio, el tiempo de cocción y tamaño de las partículas en la extracción de pulpa para la elaboración de papel, empleando las hojas de caña de azúcar; donde estos autores emplearon una concentración del 5 % de soda cáustica y un tiempo de cocción de 60 minutos, de esta manera lograron optimizar y obtener pulpa de calidad con un contenido de celulosa en un 35.47% y un porcentaje de 21.05 % de lignina, tomando las hojas de caña como fuente única y primordial en este proceso.

En cuanto a la elaboración de la lámina de bagazo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), los parámetros utilizados por el presente equipo de investigación fueron diferentes a los de dichos autores, puesto que se duplicó la concentración de la soda cáustica a un 10% y se disminuyó el tiempo de cocción a 30 minutos, sin embargo, se logró obtener una pulpa de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) en buenas condiciones, lo cual la hicieron apta para la elaboración de una lámina a emplearse como barrera protectora de ondas electromagnéticas provenientes de un router Wi-Fi Movistar.

Según Armesto, Angarita y Lobo (2015) en su investigación sobre los efectos de la radiación electromagnética en la germinación del *Zea mays* (maíz), experimentaron con diferentes muestras de plantas de esta especie, las cuales fueron expuestas a diferentes rangos de frecuencia de ondas electromagnéticas, obteniendo como resultado que las plantas expuestas a mayor radiación electromagnética tuvieron una germinación mucho más rápida a comparación con las que tuvieron una menor radiación, pero en la etapa de crecimiento perdieron altura, caracterizándose por hojas amarillas debido al estrés ocasionado por la alta frecuencia de ondas electromagnéticas.

El estudio llevado a cabo por el equipo de investigación obtuvo similares resultados a los inferidos por Armesto, Angarita y Lobo, tales como la aceleración en la etapa de la germinación de las plantas de *Zea mays* (maíz) expuestas a radiación electromagnética, con y sin barrera protectora de ondas electromagnéticas, a comparación de las que no fueron expuestas a este tipo de radiación (la muestra testigo), que tuvieron un crecimiento un poco más lento, con mejores características morfológicas.

Sin embargo, se discrepa en los resultados relacionados al crecimiento, pues los autores indican que las plantas en la etapa de crecimiento perdieron altura debido al estrés ocasionado por la alta frecuencia de ondas electromagnéticas, pero en el estudio realizado se obtuvieron datos contrarios, ya que se demostró el rápido crecimiento de las muestras en un inicio, pero a partir del día 9 se pudo apreciar indicios de marchitez en la planta con un cambio radical en el color de sus hojas pasando de verde pálido a un color amarillento.

Datos muy similares, obtenidos en la investigación de Akbal, Kiran, Sahin, Turgut y Balik (2010), quienes llevaron a cabo una investigación sobre los consecuencias de ondas electromagnéticas por teléfonos móviles en la germinación y crecimiento de la raíz de la especie *Lens culinaris* (lenteja), donde obtuvieron que las muestras expuestas a ondas electromagnéticas provenientes de un teléfono celular durante 48 horas, no fueron afectadas en la etapa de germinación, pero sí en la etapa de crecimiento de la raíz, debido a un posible efecto del estrés oxidativo.

En el presente trabajo de investigación se experimentó con otra especie diferente a la *Lens culinaris* (lenteja), en este caso se emplearon muestras de *Zea mays* (maíz); donde la fuente de emisión de ondas electromagnéticas fue un router Wi-Fi, en lugar de los teléfonos móviles, empleados por los autores y el tiempo de exposición a estas ondas fue mucho más prolongado, mientras que la investigación de dichos autores solo se expuso las especies vegetales durante 48 horas, en la presente investigación se tomó los datos de flujo magnético, frecuencia y crecimiento de las especies durante 10 días, es decir durante 240 horas.

La altura máxima obtenida de las muestras es de 21.5 cm, la cual corresponde a la muestra "C" con la aplicación de la barrera protectora de ondas electromagnéticas a base de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), la muestra "B" con exposición a ondas electromagnéticas, sin aplicación de la barrera protectora alcanzó una altura de 19 cm, mientras que la muestra "A", que fue la muestra testigo alcanzó una altura de 11.5 cm. Lo cual indica que las ondas electromagnéticas pueden acelerar el crecimiento de las especies, sin embargo, a partir del día 9 tienden a marchitarse muy rápidamente y a debilitarse el tallo de dicha muestra.

La variación del tipo de especie vegetal, la fuente de emisión de ondas electromagnéticas y tiempo de exposición puede justificar la discrepancia de resultados, ya que los autores indican que las muestras expuestas a las ondas electromagnéticas no fueron afectadas en la etapa de germinación, sin embargo, en los datos obtenidos en la presente investigación, se puede evidenciar que la muestra expuesta a estas ondas presentó una germinación mucho más rápida comparada con las que no.

Por otra parte, estos autores determinaron que fue afectada en el crecimiento de la raíz, lo cual no se logró determinar en la presente investigación, ya que solo se centró en el estudio de las características visibles de las muestras, más no de la raíz, que se encuentra bajo tierra.

Según Alfaro (2016) en su investigación titulada "Evaluación de absorbentes de ondas electromagnéticas con diseño planar multicapas fabricado con material vegetal y mineral", utilizó las propiedades del cactus pulverizado para captar ondas electromagnéticas con una frecuencia de 2.41 Ghz, ya que este presenta propiedades muy efectivas al capturar ondas electromagnéticas de cualquier tipo, esto gracias a que posee una gran cantidad de agua almacenada

La investigación tomo como base el estudio realizados por Alfaro, para de esta manera lograr establecer al bagazo de caña de azúcar, como un material orgánico capaz de repeler y proteger de las ondas electromagnéticas, utilizando estos residuos para elaborar una barrera eficiente y de bajo costo.

Según los datos obtenidos la especie de cactus se le atribuye ser un buen absorbedor de ondas electromagnéticas ya sea por sus propiedades físicas o químicas, pero en la aplicación para repeler las ondas electromagnéticas no fue tan eficiente ya que se necesitó implementar varias capas de dicho material agregando otras capas de especies vegetales y minerales como el carbón activado para para mejorar su eficacia.

Comparando estos datos con los obtenidos en esta investigación se demuestra que la barrera elaborada a base de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) es más eficiente que el absorbedor elaborado a base cactus, ya que solo se necesitó una capa de este material para poder atenuar las ondas electromagnéticas, lo cual es un indicador que los residuos de caña de azúcar poseen mejores propiedades físicas o químicas que las del cactus, ya que esta no se combina con ninguna sustancia mineral, vegetal o sintética para mejorar la calidad de la barrera, pues por sí sola logró reducir la propagación de ondas electromagnéticas.

La barrera obtenida del bagazo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) mostró una disminución considerable al captar o repeler las ondas electromagnéticas, ya que fue aplicada durante 10 días consecutivos, llegando a disminuir tanto el flujo magnético como la frecuencia de la radiación electromagnética no ionizante en un 44.6 % y 65.6%, correspondientemente.

Durante las mediciones realizadas, se llegó a obtener picos de 315 Hz de frecuencia sin la barrera, los cuales fueron disminuidos hasta 96 Hz con la intervención de la barrera. De esta manera se logra demostrar la eficacia de la barrera elaborada a base de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar).

VI. CONCLUSIONES

1. Se elaboró una lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) tamaño A4 de 30x21 cm, con un espesor de 0.5 mm, para la cual se empleó 350 g de fibra de los residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), 400 mL de agua y 40 g de soda cáustica.
2. Las mediciones realizadas durante 10 días del flujo magnético y la frecuencia de las ondas electromagnéticas emitidas por un router Wi-Fi Movistar arrojaron que el flujo magnético se encuentra fuera de los ECA, sin embargo, la frecuencia se encuentra dentro de dichos parámetros.
3. La lámina obtenida de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) expuestas a agua y suelo húmedo durante 10 días muestran un índice de degradación 7.8 % en agua y 11.7% en suelo húmedo con pH de 7.6. En agua tardará en degradarse 128 días y en suelo 86 días.
4. La muestra "C" expuesta a ondas electromagnéticas no ionizantes provenientes de un router Wi Fi con la barrera de residuos de caña de azúcar creció rápidamente al igual que la que no tenía la barrera, pero presentaron una mejor calidad, al no presentar un color amarillento, ni marchitarse.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, al realizar una investigación sobre mediciones de ondas electromagnéticas, la toma de datos se lleve a cabo usando con el aparato Gamma-Scout-Detector de radiación Geiger, ya que su uso es sencillo, rápido y preciso, este aparato debe estar calibrado por el INACAL.
2. Realizar investigaciones relacionadas a la influencia de las ondas electromagnéticas en el proceso de germinación y crecimiento de las especies vegetales, para de este modo determinar la radiación no ionizante exacta necesaria para el óptimo crecimiento y calidad de la planta.
3. Realizar investigaciones para determinar eficacia de la lámina de residuos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), experimentando con diferentes espesores.
4. Tomar como referencia esta investigación para experimentar con otro tipo de residuos como de plátano, arveja, hojas de mazorca, entre otros que posean o se les puedan atribuir las características de absorber o disminuir la emisión de ondas electromagnéticas no ionizantes para comparar su eficacia.

REFERENCIAS

AGUILAR, N. Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa de papel [en línea]. Abril-Julio 2011, n° 7 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/404/40419907008.pdf>

ISSN: 1405-7743

ALFARO, Carlos. Evaluación de absorbedores de ondas electromagnéticas con diseño planar multicapas fabricados con material vegetal y mineral. Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación [en línea]. 20 de Septiembre 2016, vol. 3 n. °02. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/421/408?fbclid=IwAR3gjbE7o6eNEIOc_wKuLPZA4P1Hm221yyRgkCdCdbt3lQKBz6nq3iQ7d4k

ISSN: 2313-1926

ARMESTO, Alexander, ANGARITA, Wilson, LOBO, Ramón. Efectos de la radiación electromagnética sobre la germinación del maíz. Revista Tecnura [en línea]. 12 de Octubre 2014. vol. 19, n°45. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en https://www.redalyc.org/pdf/2570/257040047006.pdf?fbclid=IwAR0F0J5GmXXyCCGnnXH1-j934lYyxRAG_12fl-CQeU_fhc4Pdhh3Qx41MU

ISSN: 0123-921X

BOARINI, Jonathan. Utilización del bagazo de caña de azúcar para la elaboración de briquetas de combustible sólido para usos domésticos en la ciudad de Guatemala. Tesis (Diseñador Industrial). Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2006

Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2006/03/06/boarini-jonathan/boarini-jonathan.pdf>

CALVENTE, Irene. Exposición a campos electromagnéticos de radiación no ionizante en la Cohorte Inma - Granada. Tesis (Doctor en medicina). Granada: Universidad de Granada, 2015.

Disponible en https://hera.ugr.es/tesisugr/2470409x.pdf?fbclid=IwAR2JJs-Q1wLS8myB_IPc-iQQxBg0iKDdw7Q8tyQBt7DI07ReXdY4QZgjaks

CARACTERIZACIÓN de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta por Maribel Prado Martínez [et al.]. Madera y Bosques [en línea]. septiembre de 2011. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v18n3/v18n3a4.pdf?fbclid=IwAR1qM5uvRyomou8VR6yDOzQZCZ3jOM0rrTGHuTem11Kdf2RhuSFWth0ZHPM>

CASTAÑO, Arturo. Ondas Electromagnéticas [en línea]. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2018. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Unidad VII. Física III

Disponible en http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica3/170308/teo/teo7.pdf?fbclid=IwAR3gjbE7o6eNEIOc_wKuLPZA4P1Hm221yyRgkCdCdbt3lQKBz6nq3iQ7d4k

CHUQUIPUL, Wilber. Experiencias sobre el tratamiento de las radiaciones no ionizantes: El caso de Perú. Tesis (Ingeniero de Telecomunicaciones). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10253>

CRUZ, Carlos. Riesgo para la Salud por Radiaciones No ionizantes de las Redes de Telecomunicaciones en el Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [en línea]. 2009, vol.26, n.1 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2019].

Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n1/a17v26n1.pdf>

ISSN: 1726-4634

CRUZ, Víctor. La Telefonía móvil y su salud. [en línea]. 1a. ed. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones, 2005. [fecha de consulta: 25 de septiembre de 2019].

Disponible en:
http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1851.pdf?fbclid=IwAR0fsVXhwyTfmdVcqH2jr_sSnuzQtBWEE3CeJ9wHVx_N_iBUW9M9cJmPXvQ

ISBN: 9972-2679-0-3

DELGADO, Celine y URIBE, Diego. Determinación de la concentración de soda cáustica, tiempo de cocción y tamaño de partícula, en la obtención de pulpa para la fabricación de papel a partir de las hojas de caña de azúcar. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, 2017.

Disponible en
http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1298/BC-TES-TMP-131.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1KR1s9REiMaYyTTBPsJMupBnY0QYyH7itGPgTIR4d4_s01W2fyo34_CWl

EFFECTS of electromagnetic waves emitted by mobile phones on germination, root growth and root tip cell mitotic division on *Lens culinaris medik* por Ayhan Akbal [et al.]. Revista: Pol. J. Environ. Semental [en línea]. 23 de noviembre 2010 Vol. 21, n° 1. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2019]. En inglés.

Disponible en: <http://www.hasanbalik.com/yayinlar/a/17.pdf>

Fervilela Digital Consulting [información de blogs]. Perú: Vilela, F, (17 de mayo del 2019). [fecha de consulta: 14 de octubre de 2019]. Recuperado de:

<https://fervilela.com/estadisticas-peru-digital-2019.html>

HANSSON, Kjell. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [en línea]. Alemania,1980 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Campos de radiofrecuencia y microondas.

Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsast/e/fulltext/enciclopedia/49.pdf>

KESARI, Kavindra, KUMAR, Sanjay y BEHAR Jitendra. Effects of Radiofrequency Electromagnetic Wave Exposure from Cellular Phones on the Reproductive Pattern in Male Wistar Rats. Revista: Springer [en línea]. 28 de diciembre de 2010, vol 164, n°4. [Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2019]. En inglés.

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-010-9156-0>

ISSN: 1559-0291

LUQUIN, Raquel. Contaminación por radiación electromagnética en personas vulnerables: Tutela preventiva y generación de otras fuentes de energía. Revista Actualidad Jurídica Ambiental [en línea]. 26 de Noviembre 2013. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en http://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2013/11/2013_10_28_Raquel_Luquin_Contaminacion-electromagnetica.pdf?fbclid=IwAR11mIJmEPZjmZNEalsjh_eBLSPIOcv7w-oao3pwuUI4_moCH-hCe8QyAg

ISSN: 1989-5666

MANALS, Emna, PENEDO, Margarita y SALAS, Dolores. Caracterización del bagazo de caña como biomasa vegetal [en línea]. Noviembre 2017. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019].

Disponible en http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v35n2/rtq10215.pdf?fbclid=IwAR2JJs-Q1wLS8myB_IPc-iQQxBg0iKDdw7Q8tyQBt7DI07ReXdY4QZgjaks

MARMOL, Johanna y LIVIAPOMA, Richard. Proyecto asociativo para la creación de una empresa dedicada a la fabricación de papel bond en base del bagazo de la caña de azúcar, ubicada en el Valle de Chota, Parroquia Ambuqui, Provincia de Imbabura y su distribución en la ciudad de Quito. Tesis (Título de Ingeniero Comercial). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.

Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6249/1/UPS-QT04741.pdf>

MARTÍ, Josep. La contaminación y la salud [en línea]. 21 de Noviembre 2011 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2019].

Disponible en [http://www.caps.cat/images/stories/caps/LA CONTAMINACION Y LA SALUD.pdf](http://www.caps.cat/images/stories/caps/LA_CONTAMINACION_Y_LA_SALUD.pdf)

MARSHAL, Trevor y RUMANN, Trudy. Electrosmog and autoimmune disease. Revista Springer Nature [en línea].13 de Julio 2016. vol 65, nº1. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2019]. En inglés.

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12026-016-8825-7>

ISSN: 1559-0755

OMS: ninguna evidencia sugiere que antenas de telecomunicaciones causen daño a la salud. Organización Panamericana de la Salud. 10 de Julio de 2014.

Disponible en https://www.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=article&id=2731:oms-ninguna-evidencia-sugiere-que-antenas-de-telecomunicaciones-causen-dano-a-la-salud&Itemid=900

OZDEMIR, Feyyaz y KARGI, Aysegül. Electromagnetic Waves and Human Health [en línea]. Turquía; In Tech, 2011.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2019]. En inglés.

Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/electromagnetic-waves/electromagnetic-waves-and-human-health>

ISBN:978-953-307-304-0

QUINTO, Iván. Mitigación de los efectos sobre la salud de campos electromagnéticos producidos por redes eléctricas. Tesis (Título de Ingeniero electricista). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2009.

Disponible en http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3561/Quinto%20Vicuz%203%20B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0vh0nj5UXAIEgi7jw-nTE_Ytw-vwQTNWHePIGJByxm_q69Bxps0DFHzYI

REYNA, César. Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. Tesis (Magíster en Ingeniería Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

Disponible en

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3158/TESIS%20MAESTRIA%20CESAR%20ALBERTO%20REYNA%20PARI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ZAMORA, Pedro, ARBULÚ, César, LLOCLLA, Herry. Contaminación Electromagnética en de ciudad de Chiclayo. Revista Tzhoecoen [en línea]. 28 de Junio del 2013, vol. 5, n° 1, [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

Disponible en <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/58/57>

ISSN: 1997-3985/2013

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
X- variable Independiente Residuo de <i>Saccharum officinarum</i>	El residuo de <i>Saccharum officinarum</i> es un material fibroso resultante de la actividad industrial azucarera y de otras actividades donde su materia prima es la caña de azúcar. Según Mármol y Liviapoma (2014) se entiende como bagazo de caña al residuo que se obtiene del proceso de compresión y trituración e la caña para obtener el jugo o también llamado guarapo. (p.52)	Se recolectaron los residuos de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar), el cual pasó por un proceso de selección, secado, picado y para posteriormente para obtener una lámina de dicho material pasó por un proceso de cocción con soda cáustica con una concentración de 10 %, luego fue licuada para obtener la pulpa, moldeada y finalmente secada al sol	Composición Propiedades físicas	Contenido de celulosa Color Peso Textura	Nominal

Y- variable Dependiente	Los niveles de ondas electromagnéticas varían de acuerdo al tipo y cantidad de equipos o aparatos que las emiten. Según Zamora, Arbulú y Loclla (2013) se necesita la creación de normativa reguladora de los niveles las ondas electromagnéticas y garantizar su cumplimiento para evitar efectos perjudiciales (p.13)	La barrera de <i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar) se aplicó en la germinación e semillas de <i>Zea mays</i> (maíz) expuestas a radiación no ionizante de un router Wi-Fi Movistar, con y sin barrera y una muestra testigo. Se realizan mediciones de las radiaciones no ionizantes con la aplicación EMF Detector y se observaron los efectos en el crecimiento de las semillas germinadas.	Ondas no ionizantes	Hertz o Hercios	Alto Medio Bajo (Ordinal)
----------------------------	---	--	---------------------	-----------------	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.

Instrumento de recolección de datos

Muestra "X"				
Día	Flujo magnético (UT)	Frecuencia (Hz)	Crecimiento (cm)	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Promedio				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3.

Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes DS. N° 010-2005-PCM

Rango de frecuencia (f)	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de flujo magnético (B) (μT)	Densidad de potencia (Seq) (W/m ²)	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 HZ	–	3,2 x 10 ⁴	4 x 10 ⁴	–	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1 - 8 Hz	10 000	3,2 x 10 ⁴ / f ²	4 x 10 ⁴ / f ²	–	
8 - 25 Hz	10 000	4 000 / f	5 000 / f	–	Líneas de energía para trenes eléctricos
0,025 - 0,8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f	–	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
0,8 - 3 kHz	250 / f	5	6,25	–	Monitores de video
3 - 150 kHz	87	5	6,25	–	Monitores de video
0,15 - 1 MHz	87	0,73 / f	0,92 / f	–	Radio AM
1 - 10 MHz	87 / f ^{0.5}	0,73 / f	0,92 / f	–	Radio AM, diatermia
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2	Radio FM, TV VHF, Sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia
400 - 2000 MHz	1,375 f ^{0.5}	0,0037 f ^{0.5}	0,0046 f ^{0.5}	f / 200	TV UHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal
2 - 300 GHz	61	0,16	0,20	10	Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas

Fuente: Ministerio del Ambiente - 2005

Anexo 4.

Límites Máximos Permisibles de Radiaciones no Ionizantes en
Telecomunicaciones DS. N° 038-2003-MTC

a) Para exposición ocupacional

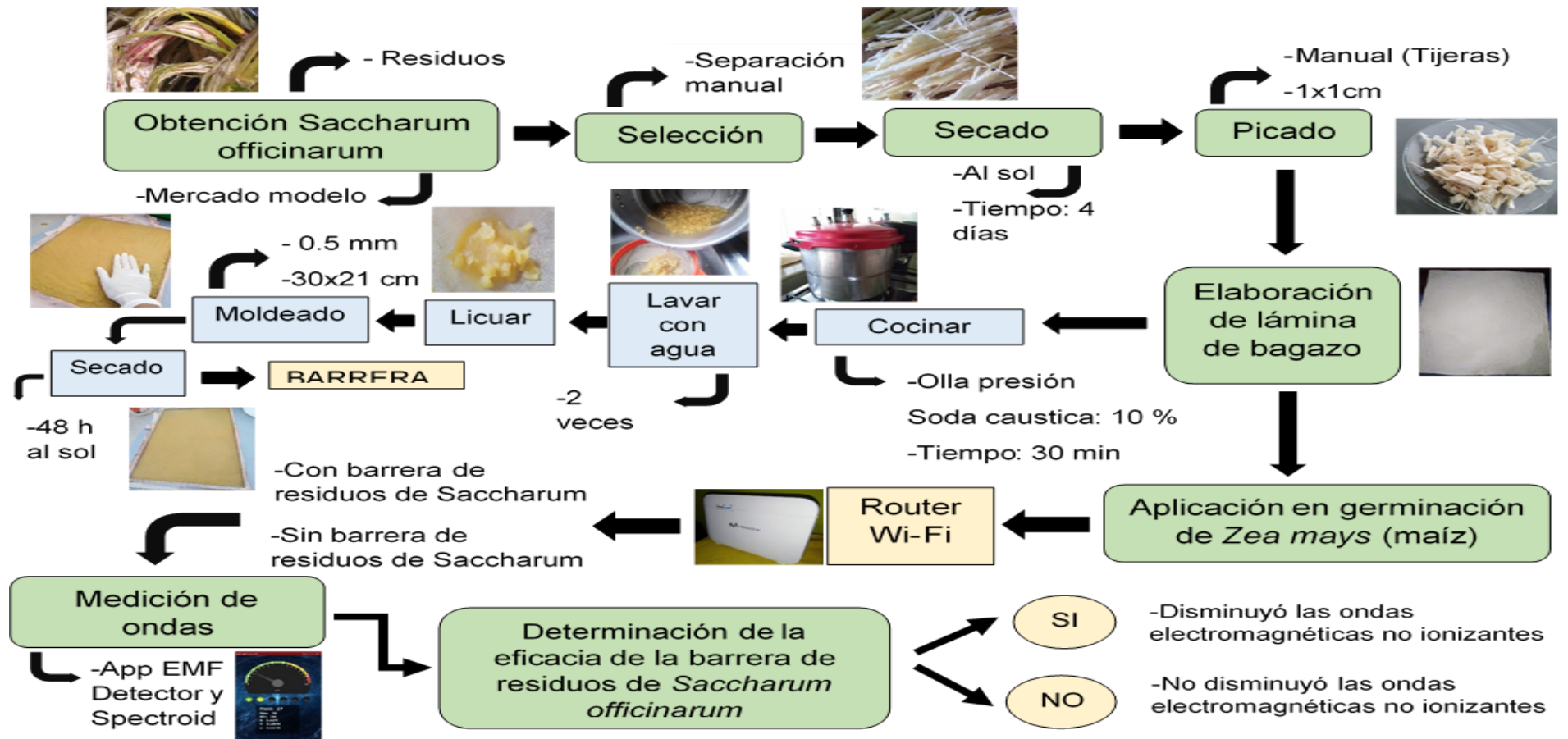
Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
9 - 65 KHz	610	24.4	–
0,065 - 1 MHz	610	1,6 / f	–
1 - 10 MHz	610 / f	1,6 / f	–
10 - 400 MHz	61	0,16	10
400 - 2000 MHz	3 f ^{0,5}	0,008 f ^{0,5}	f / 40
2 - 300 GHz	137	0,36	50

b) Para exposición poblacional

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
9 - 150 KHz	87	5	–
0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	–
1-10 MHz	87/f ^{0,5}	0,73/f	–
10-400 MHz	28	0,73/f	2
400-2000 MHz	1,375 f ^{0,5}	0,0037 f ^{0,5}	f / 200
2 - 300 GHz	61	0,16	10

Fuente: Ministerio de Vivienda y Transporte - 2003

Anexo 5.



Flujograma de procedimientos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6.

Registro fotográfico



Selección de residuos de *Saccharum officinarum*



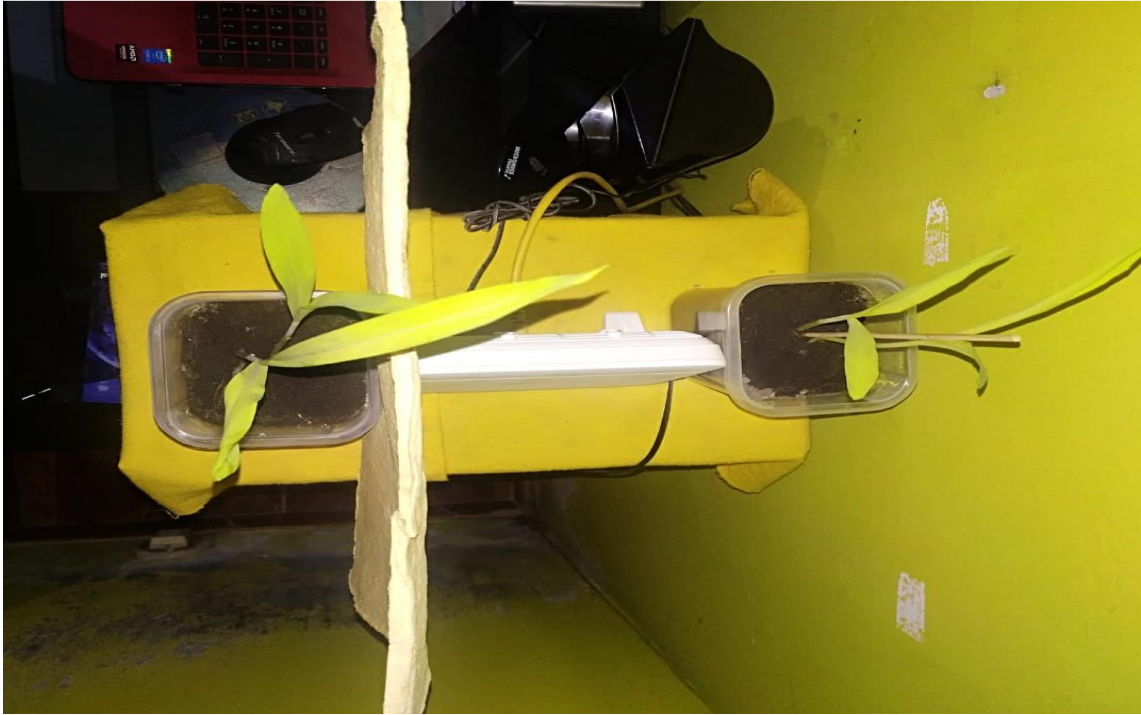
Pulpa de residuos de *Saccharum officinarum*



Elaboración de lámina de residuos de *Saccharum officinarum*



Muestra control o testigo



Aplicación de barrera de residuos de *Saccharum officinarum*



Degradación de barrera de residuos de *Saccharum officinarum*