



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efecto de ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina) respectivamente en la ciudad de Chiclayo

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTOR:

Vásquez Villalobos Walter Alexander (ORCID: 0000-0001-8732-9391)

ASESOR:

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

Dr. Ponce Ayala Jose Elias (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO — PERÚ

2020

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos	ii
Índice de tablas	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	13
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
IV. CONCLUSIONES	22
V. RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS.....	24
ANEXOS	33

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Tipos de muestras</i>	14
Tabla 2: <i>Medición de las ondas electromagnéticas en decodificador de telefonía móvil WI-FI</i>	18

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado Efecto de ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), respectivamente en la ciudad de Chiclayo, se elaboró con el fin de profundizar los conocimientos de los riesgos que pueden llegar a generar la exposición de las ondas electromagnéticas en la germinación y crecimiento de las semillas, teniendo como objetivo general determinar los efectos de las ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina) Chiclayo, para ellos se elaboró un proyecto donde sometimos a semillas a radiación electromagnética teniendo como un grupo control unas semillas ajenas a la exposición de ondas electromagnéticas, y se hicieron estudios, características y evaluaciones de como reaccionaban estas semillas a la exposición de radiación, con estos resultados buscamos identificar los problemas que causa en las semillas y plantas expuestas a las ondas electromagnéticas, teniendo como conclusión que las ondas electromagnéticas si causa efecto en la etapa de germinación y crecimiento de las plantas, y así se pudo hacer la confrontación con la que no estuvieron expuestas a la ondas electromagnéticas que si se desarrollaron normalmente.

Palabras clave: electrosmog, ondas electromagnéticas, germinación y crecimiento.

Abstract

The present work of investigation titled "Effect of electromagnetic waves in the stage of germination and growth of *Raphanus sativus* (radish), *Moringa oleífera* (moringa) and *Citrus reticulata* (mandarin), respectively, in the city of Chiclayo", was elaborated with the purpose of deepening the knowledge of the risks that can generate the exposure of electromagnetic waves in the germination and growth of the seeds, having as a general objective to determine the effects of electromagnetic waves in the stage of germination and of *Raphanus sativus* (radish), *Moringa oleífera* (moringa) and *Citrus reticulata* (mandarin) Chiclayo, for the a Project was developed where we submitted seeds to electromagnetic radiation, having as a control group some seeds foreign to the exposure of electromagnetic waves, and studies were made, characteristics and evaluations of how these seeds reacted to radiation exposure, with these results, we seek to identify the problems that it causes in the seeds and plants exposed to electromagnetic waves, having as conclusion that the electromagnetic waves do have an effect in the stage of germination and growth of the plants, and then, the confrontation with which were not exposed to the electromagnetic waves that did develop normally.

Keywords: electrosmog, electromagnetic waves, germination and growth

I. INTRODUCCIÓN

Luquin (2013) últimamente se ha abierto un debate de las consecuencias y maneras de enfrentar un nuevo contaminante potencialmente nocivo para los seres vivos y el entorno en general, recibiendo el nombre de electrosmog, contaminación invisible y activa generada por los campos electromagnéticos. (p.2).

Tras lo dicho anteriormente referimos que la contaminación por las ondas electromagnética es una temática aun nueva, donde no hay muchos estudios realizados y es poco conocido, así mismo es contaminante que genera preocupación por los efectos que este fenómeno puede generar en el ambiente y en la salud, estamos expuestos a diversas radiaciones que la ciencia y la falta de estudios aun no logra responder. Es por ello la importancia que amerita que esta problemática sea motivo de investigación.

Gil y Úbeda (2001) Resulta irrefutable que hoy en día la sociedad se ha modernizado evolucionando gracias a la energía eléctrica, sin embargo, toda corriente eléctrica emite campos magnéticos existiendo comentarios acerca del peligro de la exposición a la emisión de las ondas electromagnéticas siendo causa de una preocupación en la sociedad (p. 6).

Teniendo en cuenta las palabras dichas por el autor referimos que esta nube contaminante cada vez es más extensa por el mismo avance tecnológico, con ello cada vez más peligrosos y alarmantes, en estos últimos años ya se va incrementando de una manera acelerada las fuentes y estaciones de antenas y esto genera una alteración al equilibrio entre el campo electromagnético y los seres humanos.

Luquin (2013) los estudios científicos que se han realizado hasta la fecha no garantizan la causa – efecto de la exposición a las radiaciones por las ondas electromagnéticas la realidad de daños físicos o algún riesgo de padecerlo pues los datos obtenidos no son comprobados de evidencia incuestionable (p. 23).

No obstante, conlleva a efectos biológicos temibles donde podemos llegar a alcanzar una adaptación biológica a las nuevas situaciones. Machado (2018), "el problema radica en la magnitud de un ambiente cada vez más hiperconectado, así mismo los impactos generados en la salud tal es el caso en el sistema reproductivo, fragmentación del ADN y en la hipersensibilidad electromagnética".

Zumaeta (2018), "sostiene que estudios indican que la energía electromagnética puede alterar las células y producir a largo plazo algún tipo de cáncer. "Las células en su interior tienen una molécula llamada ADN, esta (contiene) información que hace que las células se multipliquen a mayor o menor velocidad.

Anachuri (2018) en la Universidad Nacional del Comahue (Neuquén) realizó una tesis con la finalidad de conocer el grado de exposición a las radiaciones no ionizantes (RNI) de los trabajadores de la universidad, titulado como determinación y análisis de los niveles de contaminación de electrosmog (densidad de potencia electromagnética) en los lugares de trabajo permanentes de la universidad nacional del Comahue. Que se encuentran en las proximidades de las antenas de radio y televisión y establecer el grado de cumplimiento de las normativas vigentes.

Si bien, la realización de esta investigación fue acorde a lo que se planificó, aún existe una creciente preocupación por los efectos a la exposición de las RNI, visto al crecimiento de las telecomunicaciones, las cuales causan riesgos y miedos de trabajar en cercanías de estaciones transmisoras de radio y televisión, teniendo años de investigación, debatiendo que tan peligrosos son los efectos de las ondas electromagnéticas.

Bouza y Álvarez (2012) realizaron un trabajo de investigación titulado "Efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas" con el fin de estudiar la veracidad de las informaciones que existen en los medios referentes a los efectos que las ondas electromagnéticas generan en la salud.

Siendo así un estudio de gran importancia para nuestro trabajo de investigación ya que muestra sus resultados que han obtenido en su investigación siendo para nosotros de gran ayuda y de cierta forma manera de discusión a lo que podamos obtener como resultados en nuestro trabajo de investigación.

Luquin (2013) en la revista actualidad jurídica ambiental publicó un artículo dominado “contaminación por radiación electromagnética en personas vulnerables: tutela preventiva y generación de otras fuentes de energía” con la finalidad de entender lo que hoy conocemos por contaminación electromagnética (electrosmog) la cual se inició en las primeras instalaciones de producción y distribución de la electricidad en las industrias.

Este artículo nos permite saber las deficiencias que tiene la población cercana a las centrales y los daños que genera y también nos da a conocer la evolución que ha tenido desde que empezó la creación de las ondas electromagnéticas.

Barrera y Mosquera (2018) publicaron un artículo titulado contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre, donde estiman que la contaminación ambiental por este tipo de ondas electromagnéticas varía en función de las distancias.

El artículo mencionado nos proporciona la importancia de las mediciones de los campos electromagnéticos ya que estas al pasar los años van en incremento y la preocupación de los efectos que pueden llegar a ocasionar y con ello confirmar o negar los efectos negativos en el entorno natural y así buscar ciertas soluciones de mitigación que nos puedan salvar de este contaminante cada vez más fuerte.

En la Universidad tecnológica de Pereira (Colombia) publicaron un artículo de la contaminación electromagnética titulado como “Situación actual de la contaminación electromagnética no ionizante en Colombia como factor conexo al desarrollo tecnológico de Colombia (Torres y Agudelo, 2007). Donde ellos concluyen que ejecutar el uso de laboratorios de mediciones de radiación electromagnética es imperativo para nuestro entorno y así mismo tener una respuesta a este fenómeno.

La investigación anteriormente mencionada nos dice que se debe tener un laboratorio especializado para este tipo de contaminación, tener una preparación más técnica para enfrentar este fenómeno ya que en un futuro no muy lejano se empezará a ver las consecuencias con mayor intensidad en salud, economía, agricultura y en el ambiente por causa del electrosmog.

En un artículo del libro en línea de la Fundación Càtedra Iberomericana titulada, "Los efectos de las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia en la salud humana" Tutivén (2004) el autor expresa su preocupación por el avance de la tecnología y el uso del radio espectro electromagnético, donde el recalca que en proporción afecta a la salud y en el estado de vida. Donde toma como inquietud el por qué nuestros ancestros tenían el mayor alargue de vida que en la actualidad.

En el artículo mencionado nos resalta la preocupación existente del progreso de la tecnología, donde las ondas electromagnéticas hoy en día tienen más potencia las cuales penetran en el estado molecular del cuerpo, es ahí donde se realizó un experimento con un huevo dándonos de resultado que las ondas electromagnéticas funcionó como un horno microonda despertando la curiosidad de los efectos que pueden causar en el cuerpo humano, es por ello la importancia de este fenómeno cada vez más alarmante.

Cabrera (2017), realizó una investigación en la Universidad Nacional del Comahue (Neuquén), mediante la presente tesis titulada "Determinación y análisis de los niveles de contaminación de electrosmog (densidad de potencia electromagnética)" en la cual se logró identificar los tipos de antenas que predominan en la zonas del Parque Norte, como son las de T.V digital y publica analógica, distintas compañías de telefonía móvil y radio enlaces como MOVISTAR, CLARO, otras empresas tanto privadas y públicas donde encontramos las de E.P.A.S, transportadora del gas del sur (TGS), además de la presencia de líneas de alta tensión.

Como se ha dicho, se explican los conceptos bases que se difunden de la problemática, tales como las radiaciones, conceptos fundamentales acerca de los campos electromagnéticos, concepto de antenas, tipos de antenas y la exposición que la población conlleva a largo plazo, es por ello que tiene suma importancia las

mediciones de las ondas electromagnéticas para llevar a cabo las posibles reacciones y efectos que estas pueden ocasionar.

En la universidad autónoma de Madrid (España), se realizó un estudio con la finalidad de darnos a conocer que estamos presenciando una carrera imparable por desarrollar dispositivos tecnológicos cada vez más pequeños, rápidos, eficientes, titulado *Theoretical description of wave propagation in magnetoplasmonic nanostructures* (Caballero, 2016)

En esta investigación nos plasman la era que estamos viviendo y con ello el aumento de nuevas redes inalámbricas para hacer posible la eficiencia de estos dispositivos y esto genera el aumento de ondas electromagnéticas en el mundo y con ello siendo cada vez más fuerte la exposición en la que estamos sometidos a vivir.

Woodman (1967) en la universidad de Harvard, presentó un trabajo de investigación titulado "Incoherent scattering of electromagnetic waves by a plasma", nos dan a conocer sobre la descripción estadística de las ondas electromagnéticas dispersas por las fluctuaciones térmicas de densidad electrónica en un plasma que ha sido iluminado por ondas electromagnéticas en cierta frecuencia.

En este trabajo de investigación nos dan a conocer sobre teorías de dispersión por un plasma, también explican de las colisiones de coulomb, de los iones por las teorías de colisión menos existentes, con estas teorías nosotros conocemos más sobre los iones y poder diferenciar entre ionizantes y no ionizantes.

Navarro (2010) en la universidad pública de Navarra (España), realizó una tesis titulada "Extraordinary transmission and geometrically-induced modes for metamaterials", donde sostiene que en las últimas dos décadas ha surgido una nueva corriente científica basada en el control de la propagación magnética y de las propiedades macroscópicas de estructuras artificiales mediante la manipulación de las unidades elementales constituyentes.

En esta investigación nos reflejan la realidad que estamos viviendo, y diversos estudios para mejorar los sistemas año tras año y que cada sistema sea menos dañino basados tanto en estudios previos como en nuevas teorías para el diseño de nuevos dispositivos con nuevas aspiraciones, siendo así una manera de querer mitigar estas exposiciones.

En la universidad de Carlos III de Madrid (España), se desarrolló un trabajo de investigación titulado *Modeling of physical processes in radio-frequency plasma thrusters*, presenta una investigación sobre la interacción onda-plasma en motores de plasma de tipo helicón (Tian, 2017).

En este trabajo nos dan a conocer más sobre las relaciones entre onda-plasma y también se hacen profundos análisis de teoría y numérica de la interacción onda-plasma y así poder conocer más sobre las ondas en los motores de tipo helicón, ya que si necesitaríamos en una investigación más profunda evaluar los motores de espacio que generan radiación.

En la revista científica *Tecnura* de la Universidad distrital Francisco José de Caldas se publicó un artículo de investigación titulada *efectos de la radiación electromagnética sobre la germinación del maíz*, donde se experimentó la germinación del maíz sometidas a diferentes frecuencias de antenas con circuitos transmisores de 5w de potencia, donde ellos sostienen que es una técnica para mejorar la calidad de la semilla (Armesto, Angarita, Lobo, 2015).

Esta investigación nos proporciona información acerca de los efectos que pueden ocasionar la exposición de las ondas electromagnéticas en la germinación del maíz con diferentes frecuencias donde es muy interesante ya que nosotros solo estamos tomando la frecuencia que emite el decodificador móvil Wi-fi que estamos utilizando para nuestra investigación y así poder comparar nuestros resultados.

En Chimborazo (Ecuador), se elaboró una guía de prevención frente a la contaminación Electromagnética dicha guía titulada “Elaboración de una guía de prevención frente la contaminación electromagnética no ionizante para los centros de educación inicial en Riobamba” en el cual se incluye actividades y medidas para

reducir los efectos que provoca la exposición a los campos electromagnéticos Heredia (2017).

Las ilimitaciones de las ondas electromagnéticas son cada vez más elevadas, su presencia excesiva a largo plazo es cada vez más inquietante, por ello Heredia sostiene que tomar medidas de prevención teniendo en cuenta el alcance, las distancias frente a la contaminación electromagnética es imprescindible. Siendo así, importante para nuestro trabajo de investigación como principio precautorio donde actualmente no existen las medidas correspondientes al tema.

Pardell (2019), realizó un artículo donde experimentó la germinación de distintas especies de plantas sometiéndolas a un campo magnético estático donde comprobó que aumenta su velocidad de germinación, también experimentó con árboles concluyendo que siendo sometidos a las microondas esta tenía envejecimiento y descenso de crecimiento.

Xavier Pardell sostiene diversos resultados de los efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación, crecimiento y producción de diferentes especies, siendo así que las ondas electromagnéticas tienen efectos particulares en las distintas pruebas realizadas, es por ello que es de suma importancia para nuestro trabajo de investigación para diferenciar nuestros resultados con los que ya se han obtenido.

En la tesis realizada en Huancayo, Consulta previa en las zonas urbanas en el supuesto de contaminación no ionizante: el caso del distrito Ate – Vitarte, “la aplicación de la consulta previa en las zonas urbanas por causa de la contaminación no ionizante que con el correr del tiempo y espacio como también el avance tecnológico como científico es pues tener que estar al nivel de todo tipo de avance para tener una adecuada respuesta a este problema en la área jurídica para aportar con el desarrollo de nuestro país como también a las zonas urbana de Ate vitarte” (Meza, 2017).

Es importante el conocimiento de esta contaminación, informando a las personas que desconocen acerca de esta problemática, para así tener idea a lo que nos estamos enfrentando, que con el pasar el tiempo esto se propaga aún más y así mismo tomar medidas preventivas para el bienestar de todos.

Lévano (2015) realizó su tesis titulada " Efecto de la exposición crónica a campos magnéticos de baja frecuencia en las células germinales de ratón (Lima) " donde tuvo como objetivo evaluar los efectos que los campos electromagnéticos de baja frecuencia en las células madre espermatogoniales en los ratones de edad temprana y adulta, concluyendo que en los ratones de temprana edad disminuyó la viabilidad y concentración de las células madre espermatogoniales y en los adultos no les afectó significativamente.

Considerando los estudios realizados puesto que los campos electromagnéticos tienen mayores efectos en especies de edad temprana a diferencia de los adultos, hace que en el desarrollo de nuestra investigación se considere las edades para profundizar más la hipótesis de los efectos y reacciones que pueden ocasionar estos campos electromagnéticos en distintas especies, así mismo tener en cuenta ciertos métodos e información básica para la aplicación.

Ocas y Carles (2014) en Lima participaron en un curso internacional de formación de consultores en geobiología y salud del hábitat, sosteniendo que la ciencia ha demostrado que diversas enfermedades como síndrome de fatiga crónica, hiperactividad y hasta el cáncer tienen relación a las radiaciones electromagnéticas.

Este fue un estudio desde una perspectiva amplia donde divulga información al respecto que nos pone en gran desventaja de conocimiento acerca de esta problemática, importante para nuestra investigación ya que fue diseñado para brindar información científica y técnica permitiendo las bases fundamentales tales como la geobiología, la radiestesia, radiaciones naturales y artificiales, los efectos en la salud y el hábitat.

En la revista científica institucional TZHOECOEN de la Universidad Señor de Sipán (Chiclayo) se publicó un artículo dominado contaminación electromagnética en la ciudad de Chiclayo, concluyó que la ciudad de Chiclayo no es una ciudad ajena a

la contaminación electromagnética también señala que mucha de la población desconoce los efectos de dicha contaminación, se comprobó que a pesar de que algunos ciudadanos conocen la problemática de este tipo de contaminación, participan en la construcción e instalación de antenas clandestinas y formales de comunicación en especial de telefonía móvil (Zamora, Arbulú, Lloclla, 2013).

Así mismo esto nos ayuda a tener cifras cuantitativas de encuestas de la población desconocedora al respecto de este fenómeno contaminante generado por el campo electromagnético o conocido como electrosmog, donde proporciona información de los riesgos que estamos sometidos al estar expuestos a la contaminación electromagnética, lo que constituye que este tema es de suma importancia para nuestra calidad de vida.

Electrosmog (contaminación electromagnética)

Según Radiansa (2012) define contaminación electromagnética como la exposición a las radiaciones, una nube contaminante por la emisión de las ondas electromagnéticas que estas pueden producir trastornos y enfermedades a largo plazo en los ciudadanos (Heredia, 2017, p. 7).

Por otro lado, es una forma de propagación de las radiaciones en el espacio, la proliferación masiva de los campos electromagnéticos no solo genera alteraciones en la salud del ser humano, si no también afecta al entorno natural, las plantas y animales, siendo posible que las causas sean múltiples, donde parece razonable pensar que, si las ondas electromagnéticas tienen efectos nocivos en las plantas y en los animales, se puede decir que también tiene efectos negativos en las personas.

Radiaciones

Anachuri (2018), la radiación es la emisión, propagación y la transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas, es por eso que se clasifican en radiación ionizante que comprende a la radiación de energía mayor, teniendo bastante energía como para arrancar electrones de los átomos que interaccionan y

producen ionizaciones y no ionizantes cuales no tienen la energía suficiente para que produzcan ionizaciones (p.15).

Campos electromagnéticos

Según Radiansa "el campo electromagnético, a frecuencias bajas posee dos elementos diferentes el componente magnético y el componente eléctrico. El componente eléctrico se origina en las variaciones de voltaje, así mientras más alto es el voltaje, más intensidad tendrá el campo eléctrico. El componente magnético se origina por otro lado en las corrientes eléctricas, mientras más elevada sea, el campo resultante será más intenso, es decir, la capacidad de este componente varía con el consumo de energía eléctrica" (Heredia, 2017, pág. 7).

Espectro electromagnético

Contaminación electromagnética en las viviendas (2010), la manera más común de energía electromagnética es la luz del solar, siendo la frecuencia de la luz solar una línea límite entre la radiación ionizante y no ionizante. Dentro de la radiación no ionizante se encuentra la amplia gama de las radiofrecuencias. Las cuales incluyen: microondas, televisión, celular, radio, las ondas que se utilizan para los calentadores eléctricos o inducción y finalmente las redes eléctricas" citado en (Heredia, 2017, pág. 4).

Moulder (2001) Siendo los rayos x, luz ultravioleta, luz infrarroja, microondas, radiaciones de radiofrecuencia y los campos electromagnéticos conforman el espectro electromagnético, caracterizándose por sus frecuencias o la longitud de onda también de las diferentes frecuencias electromagnéticas que provocan diversos efectos físicos y biológicos (p. 295).

Ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas con la función de la longitud de onda y la energía que pueden llegar a emitir, cuando interactúa con algún organismo produce una variedad de efectos de tipo térmico, fotoquímico, atómico y electromagnético, provocando modificaciones en las células, moléculas y tejidos.

Onda: Es todo fenómeno físico que tiene la capacidad de permitir la propagación de energía sin generar el transporte de materia. Es una alteración o agitación que se desplaza en el ambiente (Cabrera, 2018, p. 19).

Germinación

Según Bradford y Nonogaky (2007) la formación, dispersión y germinación de las semillas, son sucesos esenciales en el ciclo de la vida de las plantas, donde la propagación sexual de esta empieza desde la semilla que tiene el cargo de incrementar y prolongar la especie citado en (Suarez y Melgarejo, 2010, p. 13).

Suárez y Melgarejo (2010) las semillas son estructuras complejas donde estas consisten principalmente en el embrión que es el producto de la integración del óvulo con el núcleo espermático, el endospermo que le da nutrientes al embrión para el desarrollo y el crecimiento de la plántula terminando así la germinación (p. 13).

La formulación del problema del presente trabajo de investigación fue ¿Cuál es el efecto de ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), ¿respectivamente en la ciudad de Chiclayo?

Actualmente debido al crecimiento de la población, con ello el uso y el avance tecnológico de las comunicaciones debido al aumento de nuestras necesidades como los teléfonos celulares, las antenas de TV, WI-FI inalámbrico, etc., aportando a nuestro desarrollo social y económico trae consigo la emisión de las ondas electromagnéticas donde ignoramos los efectos potenciales que estas pueden generar en nuestro espacio.

Pues hablamos de una forma de contaminación muy peligrosa y cada vez más preocupante, aunque aún no exista explicación clara de los efectos que estas ondas pueden ocasionar en el hombre, son una amenaza para nuestro entorno, pudiendo provocar efectos desequilibrados sobre los seres vivos.

En definitiva, se sabe que los efectos de las ondas electromagnéticas pueden llegar a ser insólitos dependiendo del tiempo de exposición, potencia y periodicidad del

mismo. Teniendo en cuenta lo dicho este tema es de suma importancia ya que lograremos enriquecer conocimientos acerca de este fenómeno aun no muy conocido y los posibles efectos que puede ocasionar en las plantas.

H₀: Existen efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación y crecimiento de las plantas

H₁: No existen efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación y crecimiento de las plantas

El objetivo general fue: Determinar los efectos de las ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), respectivamente en la ciudad de Chiclayo.

Objetivos específicos

- Realizar mediciones de ondas electromagnéticas de un decodificador móvil WI-FI.
- Exponer ante ondas electromagnéticas en la etapa de germinación a plantas de *Raphanus sativus* (rabanito) y *Moringa oleífera* (moringa) en la ciudad de Chiclayo
- Exponer ante ondas electromagnéticas en la etapa de crecimiento de la *Citrus reticulata* (mandarina) en la ciudad de Chiclayo.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Descriptiva

Diseño de investigación: Cuasi experimental.

El presente trabajo de investigación es de diseño cuasi experimental ya que en este fenómeno de contaminación por electrosmog no se tiene control por ser cada vez más preocupante su extensión, así mismo por tener una base control de comparación de los efectos que generan las ondas electromagnéticas, generando la radiación de ondas electromagnéticas en la germinación de semillas en un recipiente a diferencia del otro recipiente, así mismo tener el análisis de los posibles efectos que las ondas electromagnéticas puede ocasionar en la germinación del *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y en el crecimiento de la *Citrus reticulata* (mandarina).

2.2 Población y muestra selección de la unidad de análisis

2.2.1. Población y muestra. Semillas y plantas expuestas a las ondas electromagnéticas

Interpretación: En esta tabla se cuantifica y se da detalle de las semillas que se está utilizando en nuestro trabajo de investigación para determinar los posibles efectos que puede causar las ondas electromagnéticas emitidas por el decodificador a las semillas en las etapas de germinación y crecimiento.

2.2.2. Semillas y plantas expuestas a las ondas electromagnéticas

Tipo de muestra: No probabilística porque según Cuesta (2009) las muestras son seleccionadas de una manera donde a los individuos de la población no tienen la misma oportunidad de selección en función a la accesibilidad, criterio personal e intencional para la investigación.

Tabla 1: Tipos de muestras

Semillas	Muestra A	Muestra B	Descripción
<i>Raphanus sativus</i> (rabanito)	10	10	Germinación de las semillas
<i>Moringa oleífera</i> (moringa)	2	2	Germinación de las semillas
<i>Citrus reticulata</i> (mandarina)	1	1	Crecimiento de las plantas
Semillas	Muestra A	Muestra B	Descripción
<i>Raphanus sativus</i> (rabanito)	10	10	Germinación de las semillas
<i>Moringa oleífera</i> (moringa)	2	2	Germinación de las semillas
<i>Citrus reticulata</i> (mandarina)	1	1	Crecimiento de las plantas

Fuente: Elaboración propia

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1 Técnica:

Observación estructurada o sistemática ya que se realizará con el apoyo de la tabla de LMP, medición de las ondas electromagnéticas y la visualización de los posibles efectos que las ondas electromagnéticas pueden generar en la germinación y crecimiento de las plantas.

2.3.2 Instrumentos de recolección de datos:

- Notas de campo
- Cámara fotográfica
- Decodificador móvil WI-FI de modelo router ZTE de movistar, rated voltaje (voltaje nominal) de 12V, rated current (corriente nominal) 1A.
- Semillas de *Raphanus sativus* (rabanito) y de la *Moringa oleífera* (moringa).
- Planta *Citrus reticulata* (mandarina).
- Rango de valores LMP y ECA de las ondas electromagnéticas
- Aplicativo ultimate EMF detector que mide el campo magnético.

- Tierra preparada para cultivo.

2.3.3 Validez y confiabilidad:

La validación y confiabilidad del presente trabajo de investigación se realizará a base al marco teórico la validez de contenido, así mismo utilizando los valores electromagnéticos que emite el decodificador móvil WI-FI de modelo router ZTE de movistar, rated voltaje (voltaje nominal) de 12V, rated current (corriente nominal) 1A y los efectos que están ocasionan en la germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina) para alerta de contaminación por electrosmog y sus efectos en las plantas, Chiclayo.

2.4 Procedimiento

Para el procedimiento de la realización de la observación de los efectos que las ondas electromagnéticas generan en la germinación y crecimiento *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina) respectivamente, principalmente se forro las cajas dos cajas que para aislar la energía de las ondas electromagnéticas, utilizamos papel aluminio donde este apantalla muy bien frente a campos magnéticos variables como las ondas electromagnéticas, y cuanto mayor sea su frecuencia, mejor.

Las ondas electromagnéticas generan en el material conductor, en este caso el aluminio, corrientes de Foucault (corrientes de torbellino o turbillonarias), estas corrientes en el aluminio generan un campo magnético alrededor del mismo. Así mismo colocamos cada caja semillas de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa), y una planta de *Citrus reticulata* (mandarina), teniendo una muestra control expuestos a las ondas electromagnéticas y la otra muestra sin exposición a la radiación para poder comparar los efectos que las ondas electromagnéticas pueden generar.

2.5 Métodos de análisis de datos

En el procedimiento se efectuaron las siguientes acciones:

Medición: Fue posible organizar y ordenar los datos que se tomaron al medir las ondas electromagnéticas que emite el decodificador móvil WI-FI con la aplicación ultimate EMF detector que mide el campo magnético.

Experimentación: A través de la germinación se pudo observar los posibles efectos que las ondas electromagnéticas pueden generar en las plantas, utilizando las semillas del *Raphanus sativus* (rabanito) y de la *Moringa oleífera* (moringa) y en el crecimiento del *Citrus reticulata* (mandarina), teniendo una base control donde había emisión de radiación y así para poder comparar el desarrollo de la planta con y sin la exposición de las ondas electromagnéticas.

Análisis de los rangos de valores: Con respecto a las mediciones tomadas del decodificador, utilizamos los LMP y ECAs para el análisis de exposición que genera y ver el cumplimiento de la normativa.

Expresando la información en figuras, tabla de los resultados de la medición que se le hizo al decodificador móvil WI-FI, comparación de temperatura, germinación y crecimiento de las plantas.

2.6 Aspectos éticos:

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se tuvo en cuenta los principios éticos pertinentes para el estudio, haciéndose realce respecto a la autonomía, privacidad. etc.

La información expuesta fue utilizada únicamente para el estudio, siendo real y respetando los derechos de autor, citando según la norma vigente, evitando que se puedan mancillar la información de trabajos tomados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo: Realizar mediciones de ondas electromagnéticas de un decodificador móvil WI-FI.

Los resultados obtenidos y expuestos a continuación tras el objetivo planteado en la realización de las mediciones de las ondas electromagnéticas del decodificador móvil WI-FI de modelo router ZTE de movistar, rated voltaje (voltaje nominal) de 12V, rated current (corriente nominal) 1A que se utilizó se obtuvo las siguientes mediciones:

Tabla 2: *Medición de las ondas electromagnéticas en decodificador de telefonía móvil WI-FI*

Fuente de radiación artificial	Velocidad Mbps	Frecuencia	Flujo magnético	Horas de exposición
WI-FI (microondas)	72 Mbps	2412 MHz	938 uT	24h

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Tras la medición del campo magnético que el decodificador WI-FI emite se expresa en el cuadro los resultados obtenidos que se ha trabajado, donde esté en el rango de frecuencia se encuentra fuera de los ECA.

Objetivo: Exponer ante ondas electromagnéticas en la etapa de germinación a plantas de *Raphanus sativus* (rabanito) y de la *Moringa oleífera* (moringa) en la ciudad de Chiclayo

Los resultados obtenidos en la muestra I con exposición de ondas electromagnéticas en la etapa de germinación de *Raphanus sativus* (rabanito) y de la *Moringa oleífera* (moringa) con una distancia de seis cm con la comparación de la muestra II fuera de la exposición electromagnética, se ha observado que las ondas electromagnéticas que están expuestas a la germinación del *Raphanus sativus* (rabanito) y de la *Moringa oleífera* (moringa) están afectando a su

crecimiento que es la última etapa de la germinación donde la radiación no permite que esta fase siga adelante es entonces donde la semilla muere truncando el desarrollo de la planta, comparado con las otras germinaciones alejadas de la radiación que el decodificador de telefonía móvil WI-FI emite, tienen un crecimiento normal, desarrollándose correctamente, entonces concluimos que las ondas electromagnéticas si generan efecto en la germinación de las plantas donde se observa que en algunas semillas germinadas las ondas electromagnéticas están obstruyendo la salida de la radícula evitándola brotar y valerse por sí misma.

Objetivo: Exponer ante ondas electromagnéticas en la etapa de crecimiento a plantas de *Citrus reticulata* (mandarina) en la ciudad de Chiclayo.

Por otro lado en el crecimiento y desarrollo de la planta *Citrus reticulata* (mandarina) en la muestra I que es con exposición a las ondas electromagnéticas comparada a la muestra II que es sin exposición a las ondas electromagnéticas se tiene como resultado que las ondas al parecer infieren en la clorosis haciendo que le falte clorofila a la planta tornando las hojas de un color amarillento donde también puede influir la temperatura que según nuestros análisis tiene 32 °C, a diferencia de la planta que no tiene radiación sus hojas tienen un color verde que es lo normal con una temperatura de 30 °C.

Objetivo General: Determinar los efectos de las ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), respectivamente en la ciudad de Chiclayo.

Tras el análisis de los efectos que las ondas electromagnéticas generan en la germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), respectivamente, tenemos como resultado que los efectos que estas ondas causan en la germinación es la obstrucción de la salida de la radícula de la semilla evitando que la planta brote y pueda valerse por sí misma. Así mismo en el crecimiento genera un color amarillento en las hojas, es decir las ondas electromagnéticas infieren en la clorosis de la planta haciendo que le falte clorofila que es el alimento de la planta que ellas mismas lo fabrican esto quiere decir que la debilita y no pueda sobrevivir.

IV. Discusión

Bouza y Álvarez (2012) en su trabajo de investigación denominado, Efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas Queila y Martín utilizaron un muestreo de cuatro especies de semillas donde no se especifica cuantas de cada especie, así pues realizaron la germinación con y sin exposición de las ondas electromagnéticas utilizando una jaula de Faraday (jaula con tela metálica) donde esta investigación sostiene que la fertilidad de las semillas es mayor en aquellas que no tuvieron exposición a la radiación y que en el crecimiento no pudo concluir si la presencia de radiación tenían influencia en la altura de las plantas.

Al comparar estas evidencias con los resultados de nuestro trabajo de investigación realizado con tres especies donde en la etapa de germinación si bien es cierto la fertilidad de las plantas no expuestas a la radiación es mayor, nosotros tenemos como resultado que las ondas electromagnéticas emitidas a las semillas no deja que la germinación se complete ya que genera que la radícula no brote es decir la semilla muera y no se convierta en plántula, además en el crecimiento de la planta las ondas electromagnéticas si generan efecto en las hojas haciendo que la planta no fabrique la clorofila volviéndola débil para sobrevivir.

Pardell (2019) en el artículo que publicó en su blogs dominada contaminación electromagnética donde este experimentó con plantas que sometió a un campo magnético que obtuvo como resultados que la radiación aumenta la velocidad de germinación y en su experimento en el crecimiento de las plantas sostiene que las plántulas desarrollan una mayor longitud y peso, quien también experimento con árboles de pinos donde indica que tiene un incremento en la producción de la resina indicando que era un efecto de stress provocado por la radiación.

De las evidencias anteriores Xavier indica que los campos magnéticos aumentan la velocidad de germinación en comparación con los resultados de nuestro trabajo de investigación sostenemos que la radiación que genera las ondas electromagnéticas hace que la semilla muera al no dejar que se rompa la testa en donde se observa la salida de la radícula. Así mismo Xavier dice que en

el crecimiento de las plantas desarrolla una mayor longitud y peso de la misma en cambio en nuestros resultados nosotros tenemos como evidencia que en el crecimiento de la planta las ondas electromagnéticas generan que las hojas se vuelvan amarillas es decir no produce la clorofila y con ello la muerte de la planta.

Armesto, et al, (2015) realizaron una investigación titulada efectos de la radiación electromagnética sobre la germinación del maíz donde obtuvieron utilizar diferentes frecuencias para comparar los efectos que estos pueden ocasionar, así mismo obtuvieron los resultados que la velocidad de la germinación de las semillas del maíz expuestas a los campos electromagnéticos es mucho mejor y mayor a las que no tienen ese tipo de radiación, así mismo la longitud y el peso de las plantas es mayor a comparación de las que no estuvieron expuestas a la radiación.

A lo anteriormente expuesto Armesto, et al, sostienen que las ondas electromagnéticas aceleran la germinación teniendo también que aumentan en la longitud y peso de las plantas, a diferencia de nuestro trabajo de investigación nosotros evidenciamos que las ondas electromagnéticas resultan perjudiciales para la germinación de las semillas y en el crecimiento de las plantas, no dejando que se complete las fases para que las plantas puedan sobrevivir.

IV. CONCLUSIONES

1. En conclusión, a la vista de los objetivos y resultados obtenidos llegamos a concluir que en el desarrollo de la germinación de las semillas no expuestas a las ondas electromagnéticas fue mucho mejor que a las que estuvieron expuestas a las ondas.
2. Se comprobó que las ondas electromagnéticas causan que la semilla no se vuelva plántula impidiendo la salida de la radícula, así mismo la luz solar no es un factor que influya en los resultados que hemos obtenidos en la germinación de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) ya que las semillas al estar enterradas no están expuestas a la luz.
3. Por último, en el crecimiento del *Citrus reticulata* (mandarina) con los resultados obtenidos podemos concluir que las ondas electromagnéticas generan que la planta no fabrique la clorofila que es el nutriente que necesita para desarrollarse volviendo así amarillentas las hojas perjudicándola en el desarrollo y con ello haciendo su posible muerte.

V. RECOMENDACIONES

1. Para mantener un ambiente equilibrado y armónico se deben de cumplir muchos procesos largos sin embargo esto debería ser inmediato y armónico.
2. Defender los derechos humanos haciendo cumplir las leyes por parte de las autoridades pertinentes, teniendo en cuenta un sistema de monitoreo más constante de la contaminación electromagnéticas a la población en general así mismo a las empresas operadoras de redes grandes y que sean resultados verídicos sin corrupción para prevención de nuestras futuras generaciones.
3. Además, se sabe que con los avances tecnológicos necesitamos de nuevas redes de conexión y con un campo electromagnético mayor, entonces en vez de utilizar esas antenas que emiten demasiada potencia implementar unas antenas eco-amigables con menos intensidad de contaminación en el campo magnético para tener un ambiente equilibrado.
4. Así mismo las antenas deben ser construidas a distancias alejadas a la población por los campos electromagnéticos emitidos previniendo así daños en el entorno como en la salud. Es necesario un programa de capacitación para las personas que estén expuestas a antenas, para que sepan tomar sus precauciones adecuadas.

REFERENCIAS

ZAMORA Romero, Pedro [et al]. Revista científica institucional TZHOECOEN, vol. 5, n° 1, 27 de Agosto 2013, [Fecha de consulta: 14 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/58>

Decreto Supremo n° 038-2003-MTC. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, seis de Julio de 2003.

Decreto supremo n° 010-2005-PCM. Ministerio del ambiente, Lima, Perú, dos de Febrero de 2005.

ANACHURI, Paola. Determinación y análisis de los niveles de contaminación de electrosmog (Densidad de potencia electromagnética) en los lugares de trabajo permanentes de la Universidad Nacional de Comahue, 2018. Tesis. Argentina: Universidad Nacional de Comahue, 1972, 88pp.

BOUZA Pereiro, Queila y ÁLVAREZ Álvarez, Martín. Efectos de las ondas electromagnéticas en la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas, 2012. España: Parque Tecnológico de Galicia. San Cibrao da Viñas. 15 pp.

HEREDIA Balladares, Diana. Elaboración de una guía de prevención frente a la contaminación electromagnética no ionizante para los centros de educación inicial en Riobamba. Trabajo de titulación (Ingeniería en biotecnología ambiental). Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, 1972, 121 pp.

LUQUÍN Bergareche Raquel. Contaminación por radiación electromagnética en personas vulnerables: tutela preventiva y generación de otras fuentes de energía, Actualidad Jurídica Ambiental. Dos de Diciembre de 2013, [Fecha de consulta: 16 de Abril de 2019]. Disponible en: http://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2013/11/2013_10_28_Raquel_Luquin_Contaminacion-electromagnetica.pdf

ISSN: 1989-5666

TORRES, Javier. AGUDELO, Luz. Situación actual de la contaminación electromagnética no ionizante en Colombia. Revista Scientia et Technica Año XIII [En línea]. N° 35, Agosto del 2007. [Fecha de consulta: 18 de Abril de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/26544218_Situacion_actual_de_la_contaminacion_electromagnetica_no_ionizante_en_Colombia

ISSN 0122-1701.

TUTIVÉN López, Pedro. Los efectos de las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia en la salud humana. [En línea]. Guayaquil: Santiago de Guayaquil, 2004. [Fecha de consulta: 18 de Abril de 2019]. Artículo n° 7. Fundació cátedra Iberoamericana.

Disponible en: http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/fundacioCatedralberoamericana/index/assoc/tutiven_dir/tutiven_lopez.pdf

ISBN: 978-84-935859-3-8

CABRERA, Estela. Determinación y análisis de los niveles de contaminación de electrosmog (Densidad de potencia electromagnética) en zonas de parque norte de la ciudad de Neuquén. Tesis (Licenciatura en higiene y seguridad en el trabajo). Neuquén: Universidad Nacional del Comahue, facultad de ciencia del ambiente y la salud, 2018, 73 pp.

MEZA Sullca, Moisés. Consulta previa de las zonas urbanas en el supuesto de contaminación no ionizante: El caso del distrito de ATE-VITARTE, 2017. Tesis (Título profesional de abogado). Huancayo: Universidad peruana de los andes, facultad de derecho y ciencias políticas, 2017, 80 pp.

LEVANO Sanchez, Gloria. Efecto de la exposición crónica a campos magnéticos de baja frecuencia en las células germinales de ratón. Tesis (Título profesional de bióloga genética biotecnóloga). Lima: Universidad mayor de San Marcos, facultad de ciencias biológicas, 2015, 75 pp.

Curso internacional de formación de consultores en geobiología y salud del hábitat en Lima – Perú. [Mensaje en un blog]. Lima: Carles. J, (10 de Marzo de 2014). [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2019].

Recuperado en: <https://radiaciones.wordpress.com/2014/03/10/curso-internacional-de-formacion-de-consultores-en-geobiologia-y-salud-del-habitat-en-lima-peru/>

SUÁREZ Diego y MELGAREJO Luz. Experimentos en fisiología vegetal [en línea]. Colombia: Charlie's impresores Ltda, 2010 [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2019]. Capítulo 1. Biología y germinación de semillas.

Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32172810/03_Cap01.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DI.%20BIOLOGIA%20Y%20GERMINACION%20DE%20SEMILLAS.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190708%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190708T025015Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=f4d2030bf678e82a6cdce9eec578dee12123c179fa484e1a6ae916c77bfad553

ISBN: 978-958-719-668-9

CABALLERO García, Blanca. Theoretical description of wave propagation in magnetoplasmonic nanostructures (grado de doctor). España: universidad autónoma de Madrid, 2016. 120 pp.

Disponible en: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/caballero_garcia_blanca.pdf

WOODMAN Pollitt, Ronald. Incoherent scattering of electromagnetic waves by a plasma (doctor of philosophy). Massachusetts: Harvard University, 1967. 139 pp.

Disponible en: [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/reciigp_Woodman_phdthesis%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/reciigp_Woodman_phdthesis%20(2).pdf)

NAVARRO Cía., Miguel. Extraordinary transmission and geometrically-induced modes for metamaterials from underlying physics to technological applications (tesis doctoral). España: universidad pública de navarra, 2010.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=145897>

BIN, Tian. Modeling of physical processes in radio-frequency plasma thrusters (tesis doctoral). España: universidad Carlos III de Madrid, 2017. 159 pp.

Disponible en: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/25324/tesis_bin_tian_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BARRERA Monsalve, Oscar y Mosquera Téllez Jemay. Contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre. Revista electrónica Mutis [En línea] Vol. 8, nº 2. 30 de Noviembre de 2018. [Fecha de consulta: 26 de Mayo de 2019].

Disponible en: <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1404/1408>

ISSN: 2256 – 149

Apuntes de electromedicina. Pardell Xavier. 2019. Disponible en: https://www.seeic.org/images/site/tecnicos/contaminacion_electromagnetica.pdf

ARMESTO Arenas, Alexander [et al]. Efectos de la radiación electromagnética sobre la germinación del maíz. Revista Tecnura [En línea]. Julio – Setiembre 2015, vol. 19, nº 45. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326262163_Efectos_de_la_radiacion_electromagnetica_sobre_la_germinacion_del_maiz

ISSN: 2248-7638

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
X - Variable independiente - Nivel de ondas electromagnéticas	Según Burkhardt (1997) las ondas electromagnéticas varían de acuerdo los límites máximos permisibles LMP o cantidades, en este sentido, el incremento intenso de las telecomunicaciones y con ello el aumento de la exposición a los campos y ondas electromagnéticas conllevan a requerir un estudio profundo de los efectos en la salud que pueden ser causados por este nuevo contaminante citado en (Zamora, et al. 2013, p. 163).	Para realizar el análisis de contaminación por las ondas electromagnéticas, se experimentó en plantas, utilizando una antena Decodificador móvil WI-FI de modelo router ZTE de movistar, rated voltaje (voltaje nominal) de 12V, rated current (corriente nominal) 1A, medimos las ondas electromagnéticas que este emite, colocando la antena a cierta distancia de las semillas, para ver los posibles efectos en la germinación y crecimiento respectivamente.	Ondas ionizantes Ondas no ionizantes	Hercioz Contaminación	Bajo Medio Alto
Y - Variable dependiente La etapa de germinación y crecimiento.	Los campos magnéticos artificiales, muchos más intensos que los naturales, alteran los procesos biológicos. Los continuos avances tecnológicos nos vuelven codependientes de este tipo de contaminación y va en aumento año tras año. (Meza, 2017, p.16).	Para realizar el análisis de contaminación por las ondas electromagnéticas, se realiza la medición de las ondas emitidas por las antenas expuestas a las semillas utilizando un grupo control colocando las mismas semillas para hacer la comparación de las semillas expuestas a radiación y las que no están expuestas.	Etapas	Germinación Crecimiento	Efectos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones DECRETO SUPREMO N° 038-2003-MTC

a) **Para exposición ocupacional:**

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m²)
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	$3f^{0.5}$	$0.008 f^{0.5}$	f/40
2 – 300 GHz	137	0.36	50

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2003)

b) **Para exposición poblacional**

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m²)
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		
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 transportes y comunicaciones (2003)

Anexo 03: Decreto supremo nº 010-2005-PCM - ¿estándares nacionales de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes

Rango de frecuencia (f)	Intensidad de campo eléctrico(E) (V/m)	Intensidad de campo magnético (H) (A/m)	Densidad de flujo magnético (B) (uT)	Densidad de potencia (Seq) (W/m ²)	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1 – 8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-	
8 – 25 Hz	10000	$4000 /f$	$5000/f$	-	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, diatemia
10 – 400 MHz	28	0.073	0.092	2	Radio FM, TV VHF, sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal
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, telefonos inalámbricos, sistema 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 (MINAM)

Anexo 04: Registro fotográfico

Efecto de ondas electromagnéticas en la etapa de germinación y crecimiento de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina), respectivamente en la ciudad de Chiclayo

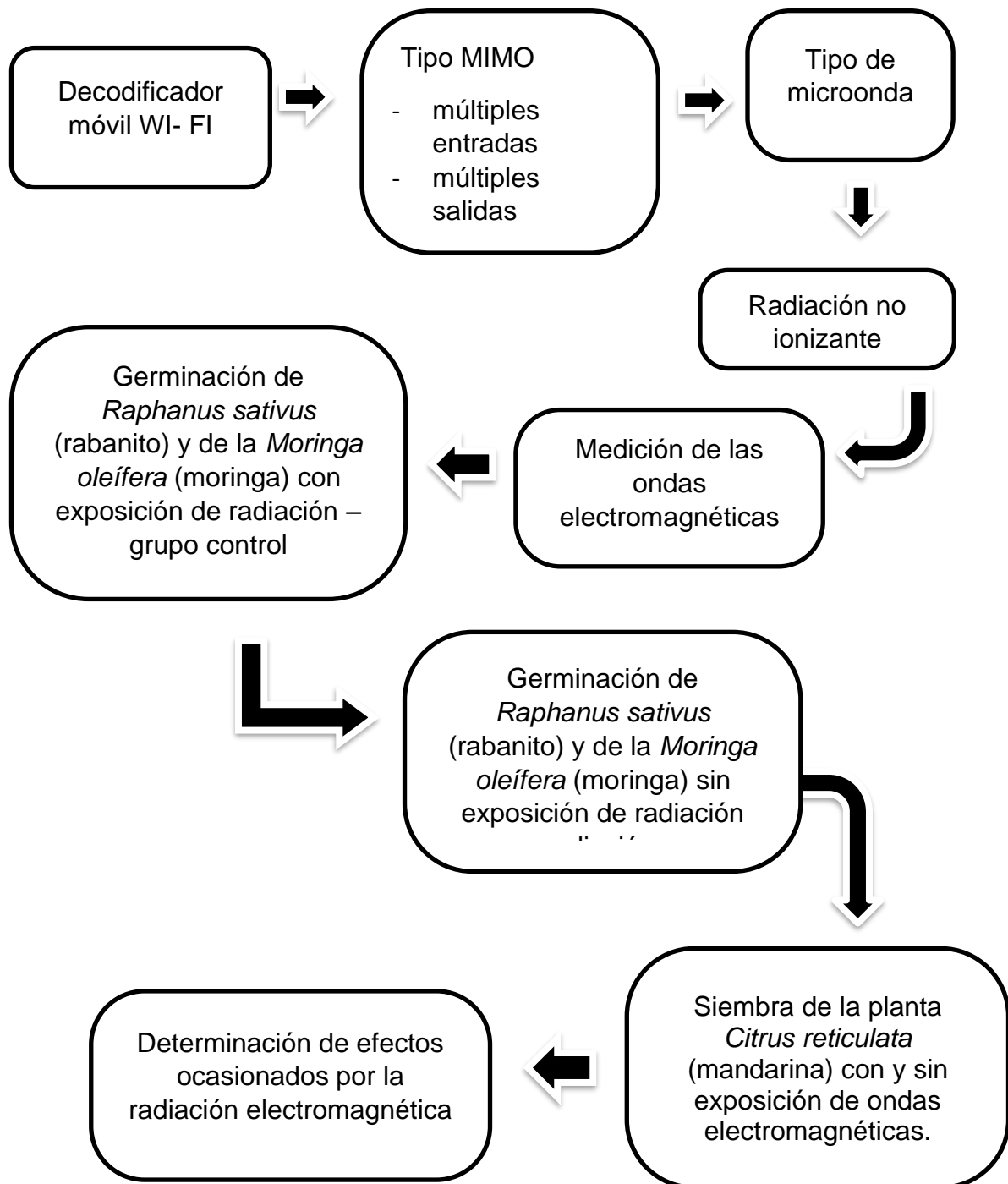


Diagrama de Flujo.



Forrado de las cajas con papel aluminio



Germinación de *Raphanus sativus* (rabanito), *Moringa oleífera* (moringa) y *Citrus reticulata* (mandarina)



Germinación y crecimiento de las plantas con y sin exposición de las ondas electromagnéticas



Las ondas electromagnéticas y su efecto en la germinación y crecimiento



Diferencias de los efectos en las ondas electromagnéticas