



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
"ESCUELA DE BIOANÁLISIS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SECCIÓN BIOTECNOLOGÍA
MÉRIDA- ESTADO MÉRIDA



FOTOSENSIBILIDAD Y FOTOACTIVACIÓN EN
CORRESPONDENCIA CON LA ESPECTROFOTOMETRÍA
EN EXTRACTOS DE RAÍZ, TALLO Y HOJA DE

Moringa oleifera.
www.bdigital.ula.ve

Autora:

Zully Andrea Martinez Sandoval

CI: V-23601296

Tutor:

Prof. Efrén Andrades

Mérida, Diciembre de 2022



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
"ESCUELA DE BIOANÁLISIS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SECCIÓN BIOTECNOLOGÍA
MÉRIDA- ESTADO MÉRIDA



FOTOSENSIBILIDAD Y FOTOACTIVACIÓN EN
CORRESPONDENCIA CON LA ESPECTROFOTOMETRÍA
EN EXTRACTOS DE RAÍZ, TALLO Y HOJA DE

Moringa oleifera.

www.bdigital.ula.ve

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de
Licenciada en Bioanálisis.

Autora:

Zully Andrea Martinez Sandoval

CI: V-23601296

Tutor:

Prof. Efrén Andrades

Mérida, Diciembre de 2022

DEDICATORIA

A DIOS amado por el milagro de la vida, por manifestar su Gloria durante el transitar de mi carrera y permitirme llegar a la meta.

A mis padres, Maria Yaneth Sandoval y José Marcelo Martínez por ser mi pilar, mi ancha y formar bases sólidas para la construcción de mi vida. Su ejemplo de amor, superación, persistencia, valentía siempre han sido un combustible para seguir avanzando. Su confianza, dedicación y apoyo incondicional me mantienen firme en mis objetivos.

A mis Hermanos Angie Martínez, Manuel Martínez y Diana Martínez, son el regalo más hermoso que me han dado mis padres, siempre me sacan sonrisas con sus ocurrencias, su ternura y alegría me motivan a dar la mejor versión de mí cada día.

A mi tía Nuris Sandoval mujer valiente, de desafíos quien con su apoyo y amor nos acompaña en este recorrido de felicidad.

A mi Tío Juan, quien desde niña me motiva a ser mejor persona, y que con su carisma y nobleza siempre llena nuestras vidas de alegría.

A mi Abuelita Auraema Popo, quien desde el Cielo me cuida, me anima y me da fuerzas para creer en mí y lo que puedo lograr.

A mi Amigo Clitofehr Sánchez por el regalo de su amistad incondicional, hacerme parte de su familia y caminar conmigo de la mano desde el inicio de esta carrera, sé que hoy desde el Cielo está contento y celebra este momento tan especial.

ZULLY MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

Al llegar este maravilloso día, concluida la carga académica, siento Gratitude, Paz y mucha Alegría como parte del resultado del cariño y apoyo de personas maravillosas a quien quiero agradecer hoy:

A DIOS, porque siempre es fiel a sus promesas, por tantas bendiciones derramadas, escuchar mis peticiones y tomar mi mano en el recorrido de la vida.

A mi Madre, Maria Sandoval, Gracias infinitas por traerme a este mundo, brindarme toda esa energía positiva, por tenerme presente en tus Oraciones y depositar en mí tu confianza, amor, respeto, amistad. Gracias por tus enseñanzas, gracias por tus consejos, los guardaré durante toda mi vida, mi luchadora imparable Te admiro, por eso y más eres la mejor mamita del mundo ¡TE AMO!

A mi Padre José Martínez, Gracias infinitas por depositar su confianza, sus valores, su entusiasmo y creer en mí, con su amor y esfuerzo ha construido la mujer que soy hoy día. Gracias por apoyarme, atesorar todos tus consejos y enseñanzas, mi admiración y mi respeto por siempre, no pude tener un mejor padre ¡TE AMO!

A mi Familia Martínez Sandoval, todos y cada uno representa un lugar muy especial en mi corazón y hacen parte de este logro.

A Dalia Moreno, quien me abrigó en su hogar y me dio un lugar en su corazón y su familia, Gracias por tanta confianza, empatía y bellos consejos. Te quiero y aprecio en gran manera.

A mi Tutor Efrén Andrades Linares, Gracias por compartir su calidad humana, sus valores, su sabiduría y por todo el acompañamiento durante mi tesis, por ser un excelente Profesor y Tutor, por su carisma, estar siempre atento y dar lo mejor de sí para el avance de la Ciencia, enseñarnos que debemos de seguir avanzando cada día y nunca detenernos.

A mi Profesora Cristina Grassi de Andrades, por ser parte de esta tesis. Su dedicación, amor y bondad en cada enseñanza permanecerán por la eternidad, gracias por ser tan especial. Mi reconocimiento, mi cariño, mi respeto, mi admiración. ¡Sé que desde el cielo nos acompaña con una hermosa sonrisa!

A Nuestra Ilustre ALMA MATER "UNIVERSIDAD DE LOS ANDES" ¡GRACIAS! por enseñarnos a ser resilientes, dedicados en alma, corazón, y seguir apostando por una Educación de Calidad.

A nuestra Apreciada casa de estudios Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Directora de Escuela, a nuestros distinguidos Profesores, a ustedes ¡Gracias infinitas!, por dar lo mejor de sí, por su carácter, disciplina, dedicación, por su excelencia, todo con la intención de formar los mejores profesionales de la Salud comprometidos, capaces, sensibles, honestos y con ganas de superarse cada vez más, con una calidad humana y amor por la vida que impulsa a la Nación.

A mis compañeros, de ustedes me llevo lo mejor y lo atesoro en mi corazón.

Mis Amigos Yeslineth Pineda, Brenda Aray y Eduardo Chacón Gracias por su apoyo y amistad ustedes mantienen vivo el lema los sueños solo dejan de ser sueños, si decidimos convertirlos en realidad.

Y a todo aquel de una u otra forma parte de este logro ¡GRACIAS!

ZULLY MARTINEZ

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	4
Planteamiento del problema.....	4
Justificación e importancia de la investigación.....	8
Objetivos de la Investigación.....	9
<i>Objetivo General</i>	9
<i>Objetivos Específicos</i>	9
Alcances y limitaciones de la investigación.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
Trabajos Previos.....	11
Antecedentes Históricos o Epistemológicos.....	14
Bases teóricas.....	16
<i>Aproximación teórica sobre la fotoquímica</i>	16
<i>Aproximación teórica sobre la fotosensibilidad</i>	17
<i>Aproximación teórica sobre los principios de la fotoactivación en los seres vivos</i>	18

Generalidades de Moringa oleifera.....	18
<i>Clasificación taxonómica</i>	18
<i>Características botánicas</i>	19
<i>Composición de Moringa oleifera</i>	19
<i>Fitoquímicos</i>	21
<i>Propiedades de la Moringa</i>	22
<i>Usos de la Moringa</i>	22
Definición operacional de Términos.....	24
<i>Método de Espectrofotometría</i>	24
<i>Espectrofotometría UV- Visible</i>	25
<i>Método de Cromatografía de capa fina</i>	25
<i>Espectros de Absorción, Extractos y Solventes</i>	26
<i>La Biotecnología</i>	27
<i>La Biotecnología roja</i>	27
<i>Cáncer</i>	27
<i>Actividad Biológica</i>	27
<i>Fototoxicidad</i>	28
<i>¿Qué es un Fotón?</i>	28
<i>Foto-protección</i>	28
<i>Fototaxis</i>	29
<i>Fototerapia</i>	29
<i>Fototropismo</i>	29
Operacionalización de las Variables/ Operacionalización del Evento de estudio y Criterio de análisis.....	29

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	32
Tipo de Investigación.....	32
Diseño de Investigación.....	32
Población y Muestra	33
Población.....	33
Muestra.....	33
Unidad de investigación.....	34
Selección del Tamaño de la Muestra.....	34
Sistema de Variables.....	34
Metodología de la Investigación	35
Procedimiento de la Investigación.....	36
<i>Marcha analítica de Investigación.....</i>	38
Diseño de Análisis.....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
Resultados.....	40-51
Discusión.....	40-51
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
Conclusiones	52
Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Pág.
Tabla 1. Operacionalización del evento de estudio: Fototensibilidad y Fotoactivación de los extractos de Moringa oleifera.....	30
Tabla 2. Operacionalización del Criterio de Análisis.....	31

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Pág.
Figura 1: <i>Moringa oleifera</i>	18
Figura 2: Órganos de <i>Moringa oleifera</i> : Flores, Raíces, hojas, vaina, semillas.....	20
Figura 3: Estructura química del isotiocianato	23
Figura 4: Estructura molecular de los glucosinolatos.....	24

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
Gráfico 1. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos de la raíz de <i>Moringa oleifera</i>	40
Gráfico 2. Espectro ascendente/descendente (390-490nm), de los extractos etanólicos de la raíz de <i>Moringa oleifera</i> , (amplificado).....	40
Gráfico 3. Espectro diferencial 390-490nm, (Resta) de los extractos etanólicos de la raíz de <i>Moringa oleifera</i>	41
Gráfico 4. Espectro diferencial 390-490nm, (División) de los extractos etanólicos de la raíz de <i>Moringa oleifera</i>	41
Gráfico 5. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos de la hoja de <i>Moringa oleifera</i>	42
Gráficos 6-7. Espectro diferencial 390-490nm, (Resta); (División) de los extractos etanólicos de la hoja de <i>Moringa oleifera</i>	42
Gráfico 8. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos del tallo de <i>Moringa oleifera</i>	43
Gráficos 9. Espectro diferencial 390-490nm, (Resta) de los extractos etanólicos del tallo de <i>Moringa oleifera</i>	44
Gráfico 10. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm/), seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de <i>Moringa oleifera</i>	45
Gráfico 11. Espectro diferencial 390-490nm, (Resta) seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de <i>Moringa oleifera</i>	45
Gráfico 12. Espectro diferencial, 390-490nm, (División), seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de <i>Moringa oleifera</i>	46

Gráfico 13. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), repetitividad seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de <i>Moringa oleifera</i>	46
Gráfico 14. Espectro diferencial (390-490nm), (Resta), repetitividad seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de <i>Moringa oleifera</i>	47
Gráfico 15. Repetitividad de espectros de extractos de <i>Moringa oleifera</i> a altas longitudes.....	48
Gráfico 16. Repetitividad de espectro diferencial (Resta), de extractos de <i>Moringa oleifera</i> a altas longitudes.....	49
Gráfico 17. Espectro del tallo visible (1/10), (390-790nm), observación de dos picos de Clorofila A y Clorofila B.....	50

www.bdigital.ula.ve



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SECCIÓN BIOTECNOLOGÍA



FOTOSENSIBILIDAD Y FOTOACTIVACIÓN EN
CORRESPONDENCIA CON LA ESPECTROFOTOMETRÍA EN
EXTRACTOS DE RAÍZ, TALLO Y HOJA DE
Moringa oleífera
Trabajo de Grado

Autora:

Zully Andrea Martinez Sandoval
CI: V- 23601296

Tutor:

Prof. Efrén Andrades

RESUMEN

La *Moringa oleífera* (*Moringa*) conocido como el árbol milagroso, es una planta con múltiples propiedades benéficas. Las diferentes estructuras de la planta raíz, tallo, hoja, vaina, semillas, poseen vitaminas, minerales, de alto valor nutricional, por otro lado, la amplia gama de fitoquímicos que la componen le confiere efectos antiinflamatorios, bactericidas, antioxidantes, anticancerígenos, hepatoprotectores, hipoglucemiantes entre otros. El objetivo de esta investigación es Comparar la Fotosensibilidad y Fotoactivación en correspondencia con la Espectrofotometría en extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleífera*. Como procedimientos, la obtención de los extractos etanólicos y acuosos de *Moringa oleífera*, en la Sección Biotecnología de la Universidad de los Andes de Mérida, los cuales fueron sometidos a espectrofotometría de barrido, con el fin de evaluar el efecto de las mayores longitudes de onda (λ), sobre los extractos del tallo, raíz y hoja en el rango (390-490nm) y (490-790nm), realizando repeticiones tomando como control de repetitividad la hoja y el tallo. La investigación fue de tipo comparativa, el diseño mixto, (Campo-Laboratorio), retrospectivo, multivariable, El diseño de análisis se hizo a través de un enfoque cuantitativo. Se obtuvieron como resultados Fotosensibilidad y Fotoactivación en todo el campo UV-Visible de (390-490 nm) y (490-790nm) en las hojas, tallo y raíz de la *Moringa oleífera* siendo este último el hallazgo más relevante. Palabras Clave: *Moringa oleífera*, Fotosensibilidad, Fotoactividad, foto-protección fototaxis, fitoquímicos, espectrofotometría, cáncer, actividad biológica, extractos, isotiocianatos, glucosinolatos, Biotecnología roja.

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera procede de la franja norte de la India, y es materia prima de prácticas médicas milenarias como Ayurveda, Sidha, Unani y también en homeopatía. Este árbol Milagroso como se hace llamar *Moringa oleifera*, brinda muchos atributos que pueden ser usados de forma benéfica para nuestra salud. Es una planta que se destaca por sus múltiples usos, por lo que constituye una opción para la alimentación, por su contenido rico de nutrientes esenciales como la Vitamina A, Vitamina C y el Calcio, y otros fitonutrientes, (Ferro,2020)

Desnutrición, enfermedades de base, el cáncer, son una de las principales problemáticas que afrontamos los seres humanos y que observamos como incrementa la cifra de casos de manera exponencial con el transcurrir de los años, esto se debe en gran medida a un déficit nutricional que enfrenta la sociedad, como consecuencia de malos hábitos nutricionales, el sedentarismo y patrones hereditarios que ayudan a que se desencadenen enfermedades crónicas , entre algunas de estas podemos mencionar: Diabetes, hipertensión, anemias, arterosclerosis, hipercolesterolemia, artritis, gastritis entre otras y deterioro de las defensas haciéndonos propensos a adquirir infecciones. Se producen cambios constantes y estamos en frente de un sistema inmunológico menos competente ante la presencia de agentes infecciosos, (Kou et al., 2018).

La ciencia también avanza y con ella los descubrimientos en los compuestos de las plantas, con la aplicación de técnicas analíticas con el fin de conocer sus potencialidades y aportar información científica que contribuya a la aplicación de dichas técnicas, en beneficio de la salud y contrarrestar e incluso disminuir el riesgo de contraer alguna de estas enfermedades.

En la Sección Biotecnología, por medio de la espectrofotometría se hace posible medir y conocer el efecto de ciertos compuestos. En esta oportunidad se encuentran razones de interés para evaluar el efecto de fotosensibilidad y fotoactivación de la raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera*. irradiadas desde (390-700 nm), revelando el potente efecto de fotosensibilidad y fotoactivación en la raíz, ya que por ser subterráneo revela picos de fotosensibilidad más altos A (435 y 470nm), en relación al tallo y la hoja de *Moringa oleifera*.

Para ello se recolectaron las muestras, posterior a ello su transporte al Laboratorio de la Sección Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis (IIFFB), se revisaron, pesaron, cortaron y separaron las partes, (raíz, tallo y hoja) de *Moringa oleifera*, para la obtención de los extractos etanólicos, se realizaron las lecturas a determinadas longitudes de onda con intervalos de 1 nm, irradiando a (390- 490nm y luego subiendo hasta 790 nm), así se obtuvieron los barridos espectrales con los cuales procedemos a la realización de los gráficos de espectros de absorción, realizamos gráficos de repetitividad donde es posible observar un comportamiento de desplazamiento a 470 nm, y por ultimo realizamos gráficos en longitud de onda de 5 en 5 nm, irradiando de (490 hasta 790nm), para mostrar los picos de Clorofila A y Clorofila B.

Este trabajo de investigación está estructurado en Cinco Capítulos. El Primero titulado El Problema, esta subtitulado de la siguiente manera: Planteamiento del Problema, Justificación de la Investigación, Objetivos, Alcances y Limitaciones. El Segundo Capítulo titulado Marco Teórico, estará conformado por los Antecedentes Históricos, Bases Teóricas, Definición Operacional de Términos. Operacionalización del evento de Evento de Estudio y el Criterio de Análisis. El Tercero, titulado Marco Metodológico está ordenado con los siguientes subtítulos, Tipo de investigación, Diseño de la Investigación,

Población y Muestra, Variables estadísticas, Metodología de la Investigación, (Procedimientos de la Investigación), Diseño de Análisis de los datos. El Cuarto Capítulo consta de los Resultados y Discusiones. Y el Quinto Capítulo hace referencia a las Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente, el objetivo de esta investigación es, Comparar la Fotosensibilidad y Fotoactivación en correspondencia con la Espectrofotometría en extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera*, en la Sección de Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes de Mérida, desde octubre de 2021 hasta octubre de 2022.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

Conocer la fotosensibilidad de un compuesto nos revela información de valor para distinguir las propiedades y beneficios que aporta para la salud y manejo de enfermedades. La fase inicial de todo proceso de Fotosensibilidad esta dada por la absorción de la luz, por acción de fotones que reflejan como los átomos pasan de un estado fundamental a un estado excitado, dicho proceso va de la mano con la fotoactivación, (Jubb, 1985).

Dentro de las potencialidades de la Moringa podemos mencionar su contenido de carotenoides, flavonoides isotiocianatos, minerales, glucosinolatos, (Kou, 2018). La biotecnología puede aprovechar las bondades de esta planta para acompañar la terapia oncológica. Esta tecnología ha crecido y evolucionado durante los años, siendo mayor el número de profesionales que trabajan en las distintas áreas relacionadas con la biotecnología (Duque, 2010). Con la Pandemia, la superinflación y alto costo de la vida la desnutrición cada día afecta a más familias en todo el mundo, aumentando la crisis de salud pública y tomando el rol como un factor desencadenante de enfermedades como Anemia, gastritis, parasitosis, entre otras. Deteriorando el sistema inmunológico y haciendo a la población más propensa a adquirir infecciones, (Martín 2013).

Cabe destacar una tercera parte de las enfermedades infantiles se atribuye a la desnutrición. Por otro lado, el cáncer es una de las principales causas de muertes en el mundo, esto atribuido a múltiples causas entre ellas un estilo de vida Saludable con una buena alimentación. Es por ello que vemos la oportunidad de resaltar las potencialidades de la Moringa y aprovecharlas para contribuir con un mejor estado de salud, (Martín 2013).

Existen métodos, que hace posible la medición de una sustancia siendo la espectrofotometría de luz UV- Visible, un método de análisis cuantitativo basado en la capacidad de las sustancias de absorber luz a una determinada longitud de onda (λ), a través de un instrumento llamado espectrofotómetro y por medio de un espectro de absorción, el cual se obtiene midiendo la absorbancia de las muestras a diferentes longitudes de onda (λ) y con este valor se trabaja en el análisis cuantitativo Abarcando el rango visible que va desde 400nm 700nm, (Olsen,1990).

Las teorías y aproximaciones teóricas que sustentan esta investigación están relacionadas con la fotoquímica, la fotosensibilidad y principios de la fotoactivación en los seres vivos. Al respecto, la fotoquímica se refiere a aquellos procesos que se inician mediante radiación visible o ultravioleta, (Avery, 1982). Mientras que la fotosensibilidad se define, como un proceso que depende de la absorción de fotones por un fotosensibilizador, al de pasar de un estado fundamental a un estado excitado, (Jubb, 1985). Y en cuanto a los principios de la fotoactivación en los seres vivos podemos inferir que se descubrió en hongos y la exposición de la luz, reducían la mortalidad celular, (Maroto, 2008).

La Situación actual del problema de estudio ha sido divulgada por varios autores. Al respecto Castillo Elida y Méndez Sandra (2018), tesis de grado de Bioanálisis. Tutor: Efrén Andrades en su investigación con respecto al estudio de la fotosensibilidad y fotoactivación en la fracción enzimática y antitumoral

de la bromelina de la médula de la Piña (*Ananas comusus*). Mediante espectros originales y diferenciales ascendente (190-390nm), descendente (390- 190nm) para la bromelina, (muestra 6 fracción enzimática, muestra 11 fracción anti- tumoral, muestra 15 fracción anti- tumoral), para evidenciar la Fotosensibilidad de las muestras y la relación diferencial comparativa de ambos espectros.

Vásquez Nerimar, (2016). Tesis de grado de Farmacia. Tutor: Prof. Efrén Andrades en el estudio de los extractos etanólicos de la hoja, tallo y raíz de la Moringa realizado en el Campo Experimental San Juan (INIA). Con el objetivo de estudiar las posibles moléculas fotosensibles presentes en la Moringa.

Kou et al., (2018), se interesaron en el estudio del potencial nutracéutico o farmacológico de *Moringa oleifera*, por ser una planta rica en vitaminas, minerales, proteínas, fitoquímicos entre otros y tomando en cuenta que los extractos de esta planta inducen funciones antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, hepatoprotectoras, hipoglucemiantes ejerciendo un potencial en la prevención de enfermedades crónicas y promoción de la salud.

Carlos Adolfo Flores Ríos, (2019). Tesis para obtener el título de Ingeniero en industrias alimentarias. Tutor: Luis Márquez, se interesaron en el estudio del Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa 30% (*Moringa oleifera*) y Chía 0.5% (*Salvia hispánica L.*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional a base de maracuyá y piña.

Sanchez Kleimar, (2014). Tesis de grado de Farmacia. Tutor: Prof. Efrén Andrades en su investigación con respecto al Estudio de extractos etanólicos de la hoja y flor de Moringa (*Moringa oleifera*) en el instituto de investigaciones agrícolas (INIA) en San Juan de Lagunillas, La metodología consistió en recolectar la Moringa del (INIA), trasladarla a la Sección Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, para evaluar la fotosensibilidad y fotoactivación presentes en hoja y flor de Moringa *oleifera*.

Después de describir la situación actual del problema, los autores de esta investigación formulan el siguiente enunciado holopráxico:

¿Cuál es la relación de correspondencia entre la fotosensibilidad y fotoactivación con la espectrofotometría en extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera*, en la Sección de Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes de Mérida, desde octubre de 2021 hasta octubre de 2022?

www.bdigital.ula.ve

JUSTIFICACIÓN

La justificación debe responder a los por qué o razones de la investigación. Específicamente, estas razones pueden ser categorizadas como necesidades, curiosidades y preocupaciones, motivaciones, intereses, valores, potencialidades, oportunidades, tendencias, contradicciones (Hurtado, 2012). Los autores identificaron razones de interés en la fotosensibilidad y fotoactivación ya que, por medio de ello, pueden determinar cuándo una molécula es fotoactiva o fotosensible, (jubb, 1985). Para la determinación de moléculas, es necesario aplicar un método que permita conocer si se presenta absorción de luz, (Fersht, 1980), en las regiones ultravioleta visible; siendo la espectrometría de absorción ultravioleta visible uno de los métodos más usados, permitiendo la aplicación de un tratamiento que contenga las moléculas fotoactivas de la planta y genere un bienestar general de la salud. Al considerar los por qué anteriores. Los autores de esta investigación también encontraron razones de potencialidad. En algunos estudios que van direccionados hacia el aprovechamiento de *Moringa oleifera* en ensayos para el tratamiento del cáncer, (Kou et al, 2018).

Debido a que no hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica que nos indique presencia de moléculas fotosensibles, fotoactivables en la raíz de *Moringa oleifera*, se presenta como necesidad este tipo de búsqueda.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Comparar la Fotosensibilidad y Fotoactivación en correspondencia con la Espectrofotometría en extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera*, en la Sección de Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes de Mérida, desde octubre de 2021 hasta octubre de 2022.

Objetivos Específicos

- ❖ Ubicar en el campo las muestras biológicas, plantas de *Moringa oleifera* en cultivos controlados en la Facultad de Farmacia y Bioanálisis.
- ❖ Examinar los extractos en la oscuridad de las partes recolectadas de las muestras biológicas y realizar extractos etanolitos de la raíz, tallo, hoja de las plantas de *Moringa Oleifera*.
- ❖ Estimar la Fotosensibilidad y Fotoactivación en un espectrofotómetro, mediante barridos espectrofotométricos sucesivos Ascendentes y Descendentes.
- ❖ Interpretar el efecto del barrido espectrofométrico, (monocromador) sobre diluciones de los extractos.
- ❖ Contrastar los gráficos diferenciales, (resta y división), del espectro Ascendente y del espectro Descendente.

- ❖ Evaluar el efecto de las mayores longitudes de onda (λ) sobre los extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera* en el rango (390-490 nm), y el control de repetitividad.
- ❖ Reconocer mediante comparación de los espectros diferenciales el efecto de fotosensibilidad/ fotoactivación.

Alcances y limitaciones de la investigación

Alcances de la investigación

El alcance de una investigación se relaciona con la profundidad del conocimiento sobre el fenómeno de estudio. Establece la visión que posee el investigador para lograr los objetivos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En este sentido, el alcance de esta investigación, será comparar los gráficos de los espectros de absorbancia y de repetitividad de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera* en el rango de (370 a 700nm), para distinguir los picos de fotosensibilidad de cada uno utilizando como técnica analítica la Espectrofotometría

Limitaciones de la investigación

Son obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo del estudio, y que escapan del control del investigador, (Arias, 2016); dicho esto se pueden señalar algunas de las limitaciones que se podrían presentar en este estudio: El espectrofotómetro UV- VIS "GENESYS 10 Bio v1.000" es de baja energía, con lo cual, si ocurren variaciones de electricidad, se pueden producir alteraciones en la medida del equipo. La obtención de reactivos, materiales y suministros se hace de difícil acceso ya que los insumos necesarios son escasos y costosos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Trabajos realizados en el Instituto de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes, en la Sección Biotecnología.

Castillo Elida y Méndez Sandra (2018), tesis de grado de Bioanálisis. Tutor: Efrén Andrades en su investigación con respecto al estudio de la Fotosensibilidad y Fotoactivación en la fracción enzimática y antitumoral de la bromelina de la médula de la Piña (*Ananas comusus*). Mediante espectros originales y diferenciales ascendente (190-390 nm), descendente (390-190nm) para la bromelina, (muestra 6 fracción enzimática, muestra 11 fracción anti- tumoral, muestra 15 fracción anti- tumoral), para evidenciar la Fotosensibilidad de las muestras y la relación diferencial comparativa de ambos espectros. La bromelina purificada mostró una marcada actividad en la porción anti-tumoral para la muestra 15 fracción anti-tumoral en agua, así como para la muestra 11 fracción anti-tumoral, pero en acetona, en correspondencia con la espectrofotometría de UV- visible y Cromatografía de capa fina, su eficacia se relaciona con su capacidad de potenciar el sistema inmune.

Vásquez Nerimar, (2016). Tesis de grado de Farmacia. Tutor: Prof. Efrén Andrades en el estudio de los extractos etanólicos de la hoja, tallo y raíz de la Moringa realizado en el Campo Experimental San Juan (INIA).

Con el objetivo de estudiar las posibles moléculas fotosensibles presentes en la Moringa. La metodología empleada incluye la recolección, traslado, procesamiento en la oscuridad, obtención de extractos acuosos y etanólicos, evitando siempre la incidencia de la luz. Se mostró la existencia de sensibilidad en los extractos de la hoja, tallo, y raíz de la Moringa, la cual fue demostrada espectrofotométricamente, mediante espectros de absorción ascendentes y descendentes en el rango de longitud de onda (λ), ultravioleta (190- 390 nm) demostrando Fotosensibilidad entre 190 y 200 nm en raíz, tallo y hoja y rango visible (390- 790nm), demostrando dos picos el de la clorofila A (435 y 460 nm) y dos picos de la clorofila B (470 y 610nm), siendo dependiente de la iluminación previa, y el empleo de etanol como solvente de extracción.

Sanchez Kleimar, (2014). Tesis de grado de Farmacia. Tutor: Prof. Efrén Andrades en su investigación con respecto al Estudio de extractos etanólicos de la hoja y flor de Moringa (*Moringa oleifera*) en el Instituto de investigaciones agrícolas (INIA) en San Juan de Lagunillas, La metodología consistió en recolectar la Moringa del (INIA), trasladarla a la Sección Biotecnología Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, para evaluar la Fotosensibilidad y Fotoactivación presentes en hoja y flor de *Moringa oleifera*. Las muestras fueron procesadas en la oscuridad para obtener los extractos que serían sometidos a espectrofotometría, cromatografía y actividad biológica. Los espectros de absorción (ascendente 400-700nm, descendente 700 a 400 nm), donde el extracto etanólico de la flor resta- división presenta una absorción diferencial mayor en ascendente que en descendente a una longitud de onda (λ) de 225nm, mientras que el extracto etanólico de hoja resta- división presenta una absorción diferencial mayor en descendente que en ascendente a una longitud de onda (λ) de 225nm. Aunado a esto sometió a ensayo la cepa GY 5027 (10 μ l de caldo bacteriano con 5 μ l de extracto etanólico) Los extractos demostraron Fotosensibilidad, Fotoactividad, Fotoprotección.

Kou et al., (2018), se interesaron en el estudio del potencial nutracéutico o farmacológico de *Moringa oleifera*, por ser una planta rica en vitaminas, minerales, proteínas, fitoquímicos entre otros y tomando en cuenta que los extractos de esta planta inducen funciones antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, hepatoprotectoras, hipoglucemiantes ejerciendo un potencial en la prevención de enfermedades crónicas y promoción de la salud. Tras el monitoreo de la información en un estudio de 15 pacientes con infección del tracto urinario Maurya y Singh observaron que el 66,67 %, se curaron por completo de sus síntomas, mientras el 13,33% informó un alivio moderado de sus síntomas, 13,33% de los pacientes no tuvo cambios y otro 6,67% recayó en el grupo de prueba. Varios estudios han establecido correlación negativa entre el consumo de vegetales crucíferos y el riesgo de cáncer de mama, pulmón y colon. Se ha demostrado que los extractos de hojas y cortezas de *Moringa oleifera* inhiben eficazmente el crecimiento de células de cáncer de mama, pancreático y colorrectal. El análisis de cromatografía de gases – espectroscopia de masas realizado por Alsamari documentó que 3 compuestos, resultantes de los extractos de *Moringa oleifera*, pueden tener propiedades anticancerígenas. Los isotiocianatos, se han descrito como un potente compuesto anticancerígeno que se encuentra naturalmente en su forma precursora, estos proveen los efectos farmacéuticos, (anticancerígenos, glucorregulatorios, hipotensivos, antiinflamatorios) mediante una reacción química, siendo sus precursores los glucosinolatos en una planta intacta, estos glucosinolatos se hidrolizan en una reacción catalizada por la enzima mirosinasa para producir isotiocianato cuando se altera la planta intacta.

Carlos Adolfo Flores Ríos, (2019). Tesis para obtener el título de Ingeniero en industrias alimentarias. Tutor: Luis Márquez, se interesaron en el estudio del Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa 30% (*Moringa oleifera*) y Chía 0.5% (*Salvia hispánica L.*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional a base de maracuyá y

piña. Para esto se sometieron a evaluación en viscosidad aparente, acidez titulable, y contenido de fenoles totales 6 muestras obtenidas. Mostrando así un efecto significativo de la concentración de extractos de hoja de Moringa y la adición de semillas de Chía, sobre la viscosidad aparente, acidez titulable, características del color, mientras que para el contenido de compuestos fenólicos mostró efecto de concentración de extractos de hoja de Moringa en una bebida funcional compuesta por maracuyá y piña dando la mayor aceptabilidad.

Quezada Lisbeth y Villalva Karina, (2017) en su Tesis de Grado de Ingeniería Comercial, realizaron un estudio en la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil que se titula "Investigación de mercado en el cantón Huaquillas sobre bebidas a base de *Moringa oleifera*" Se tomaron diferentes fuentes bibliográficas para el desarrollo de esta investigación de mercado a los niños del Cantón Huaquillas en el rango de edad de 10 a 17 años para fomentar el consumo de bebidas a base de *Moringa oleifera*. La elaboración de estas bebidas les brinda a los niños un producto final más puro y duradero, con mayor aporte de beneficios nutricionales. Para ellos se realizó un análisis socioeconómico que demostró el desconocimiento del mercado sobre la Moringa.

Antecedentes Históricos o Epistemológicos de la investigación

Moringa oleifera, árbol perteneciente a la familia *Moringaceae*, es nativo del sur del Himalaya, desde el noreste de Pakistán hasta el Norte de Bengala del oeste, específicamente en la India donde fue señalada por primera vez como hierba medicinal adquiriendo el nombre de "El árbol milagroso" alrededor del año 2.000 A.C., y en la actualidad se cultiva prácticamente en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo, (Martín, 2013). El primer estudio sobre la composición del aceite del árbol de moringa es del

año 1848. Afirma que es un ácido graso con un alto punto de fusión. *Moringa oleifera*, fue descrito por el Botánico Jean-Baptiste Lamarck, (1744-1829) y publicado en *Encyclopédie Méthodique Botanique* en 1785 donde el epíteto oleífero indica que produce aceite, (Adouin et al., 1827). El aceite es amarillo claro, no se seca, con un sabor suave de nuez. La composición del aceite de *Moringa* es similar a la del aceite de oliva, (Bruhns, 2011).

Para interpretar mejor la historia de *Moringa oleifera* se recurrió a escritos históricos, datos arqueológicos. *Moringa oleifera* procede de la franja norte de la India, y es materia prima de prácticas médicas milenarias como Ayurveda, Sidha, Unani y también en homeopatía. El cultivo de *Moringa oleifera* dio un salto desde el sur del continente indio hacia Madagascar y África. Se constató que el aceite de esta planta es un componente principal del unguetarium importado por los griegos y romanos desde la actual Somalia y Eritrea, para cosmética y otros usos, demostraron a través de análisis de espectroscopía que el componente principal del aceite de este unguetarium es aceite de *Moringa oleifera*.

Es una planta que se destaca por sus múltiples usos y adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, por lo que constituye una opción para la alimentación, sobre todo en los países tropicales. *Moringa oleifera* tiene una gran plasticidad ecológica, ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones de suelo y clima. Su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen un recurso fitogenético de importancia en los sistemas de producción. Además, es una planta que se puede emplear como cerca viva, cortina rompevientos, abono verde y para la producción de etanol y goma, y otros, (Pérez, A et al. 2010).

Moringa oleifera es muy conocida en su área de distribución y ha sido objeto de numerosos estudios. Por ejemplo: se ha estudiado el mejoramiento de las hamburguesas de ternera con el añadido del extracto de *Moringa oleifera*, otra

de sus llamativas propiedades es la protección contra la infertilidad en ratones sometidos a las ondas electromagnéticas de los teléfonos móviles. La relación de propiedades nutraceuticas, farmaceuticas e industriales de *M. oleifera* no deja de aumentar como consecuencia del uso del microscopio electrónico, de la aplicación de técnicas como la cromatografía y espectrometría y el empleo de extractos de la planta en ensayos in vitro y animales. El estudio de *Moringa oleifera* que parte y se fundamenta en el campo científico de la botánica, nos permite abordar aspectos de otras áreas como la química de productos naturales, nutrición, propiedades medicinales, agricultura y medio ambiente, (González, 2018).

Bases teóricas

Aproximación teórica sobre la fotoquímica

Uno de los métodos más simples de generar un átomo o un radical libre es descomponer una molécula adecuada mediante irradiación con luz de una determinada longitud de onda (λ). Si las moléculas pueden absorber energía luminosa se excitarán de su estado fundamental a un estado excitado, que puede conducir a la escisión homolítica del enlace en átomos o radicales libres puesto que el número de radicales libres producidos en un tiempo dado dependerá de la intensidad de la luz absorbida. El termino fotoquímico es reservado para aquellos procesos que se inician mediante radiación visible o ultravioleta. A esas longitudes de onda (λ), la radiación induce una transición del estado electrónico fundamental a un estado electrónico excitado, (Avery, 1982).

La fotoquímica es la rama de la química que estudia las transformaciones de las moléculas producidas por la absorción de radiación electromagnética. Las radiaciones de importancia fotoquímica se encuentran en la región del espectro ultravioleta (200-400 nm) y (400-800 nm). La fotoquímica estudia las

reacciones provocadas por la luz en sus diferentes modalidades de visible y UV, para explicar esto hay leyes que se han formulado a lo largo de los años las dos más importantes son: El principio de la activación fotoquímica de Grotthuss que establece que “solo la luz que es absorbida por un sistema es capaz de producir un cambio fotoquímico”, (Dávila, 2004). La segunda ley es el principio de la activación por cuantos de Stark y Einstein que se puede resumir: “Cada cuanto de luz (fotón) absorbido activa una molécula a la primera etapa de una secuencia fotoquímica”, lo que indica este principio es que la absorción de un fotón presume la activación de una molécula y no necesariamente que esta reaccione, de manera que una molécula en su estado normal de energía , para pasar a un estado excitado absorberá únicamente la luz de frecuencia que podrá observarse por la aparición de una banda en el espectro de absorción, (Dávila, 2004).

Aproximación teórica sobre la fotosensibilidad

La fotosensibilidad se define, como un proceso que depende de la absorción de fotones por un fotosensibilizador, luego de alcanzar un alto estado de energía o estado de excitación, este fenómeno ocurre cuando la luz incide en el compuesto de alguna especie, la cual se ha encontrado sometida a un ambiente de oscuridad, y que, al momento de entrar en contacto con la especie, es fotoactiva y se produce la fotosensibilidad, (Jubb, 1985).

La facultad que posee un vegetal de reaccionar a las irritaciones luminosas se llama heliotropismo, es decir, la tendencia de dirigirse en dirección del foco luminoso. El heliotropismo puede ser positivo o negativo, según que el órgano se dirija hacia la luz o hacia la sombra, (Delfino, 1912). Cuando se estimula con radiación, y la radiación ingresa en la piel, es dispersada o absorbida por moléculas (cromóforos) de la piel esto puede causar una respuesta fotobiológica. Por otra parte, cuando ciertos compuestos absorben luz

ultravioleta (UV)/ luz visible, sobreviene una inflamación denominada fotosensibilización, (Fitzpatrick, 2009).

Aproximación teórica sobre los principios de la fotoactivación en los seres vivos

La fotoactivación se descubrió en hongos, se observó en cultivos que expuestos a la exposición de la luz, reducían la mortalidad celular luego esto paso a bacterias, siendo la luz un indicador de este tipo de respuesta, la cual puede variar según la situación geográfica, (dándose la fotoactivación naturalmente más rápido en lugares con limitaciones de luz), y del suministro de medicamentos o algún tipo de sustancia, (Maroto, 2008).

Generalidades de Moringa oleifera

Clasificación taxonómica.

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Eudicotyledoneae*
Sub clase: *Rosidae*
Orden: *Brassicales*
Familia: *Moringaceae*
Género: *Moringa*
Especie: *M. oleifera*

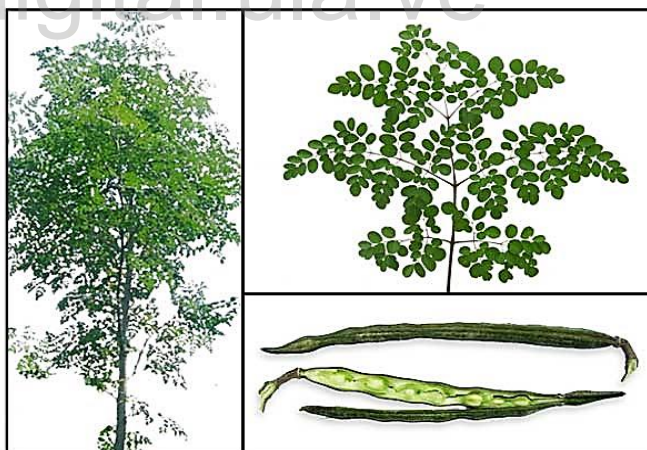


Figura 1: *Moringa oleifera*, (Tiloke et al., 2018).

Características botánicas

Moringa oleifera (L) Lam, originalmente encontrada en la india, ahora se encuentra en todo el mundo, es denominada por múltiples nombres según los diferentes idiomas y culturas a nivel mundial, entre los cuales podemos mencionar: moringa, benzolive, ben, árbol milagroso, shevaga, marango, horseradish tree, árbol de las perlas, nebedaye, resedá, mulangay, árbol de la vida entre otros. En Venezuela es conocida como guaireña, ben, sen, desengaño, centauro, gallito, macasar, palo jeringa, acacia y jazmín francés. Pertenece a la familia de la *Moringaceae*, que crece en el trópico y es originaria del sur de Himalaya. En Latinoamérica y Centroamérica la *Moringa oleifera* se introdujo y naturalizó en 1920 como árbol ornamental, utilizado posteriormente como cerca viva, cortinas rompevientos y en medicina popular. *Moringa oleifera* es un árbol que alcanza hasta 9 metros de altura, poco longevo pudiendo vivir unos 20 años. Existen 13 especies del género *Moringa*: *M. oleifera*; *M. arborea*; *M. borziana*; *M. concanensis*; *M. droujardii*; *M. hildebrandtii*; *M. longituba*; *M. ovalifolia*; *M. peregrina*; *M. pigmaea*; *M. rivaie*; *M. ruspoliana* y *M. stenopetala*. Sus frutos presentan una longitud de 20 a 40 cm, con 12 a 25 semillas. Cada árbol puede producir de 15.000 a 25.000 semillas por año, (Ali, 2013).

Composición de *Moringa oleifera*

Al árbol de la *Moringa* se le saca mucho provecho como planta medicinal. Su creciente interés científico se explica por la composición variable y particular de fitoquímicos de cada parte: las raíces, las semillas, las hojas, la corteza, los frutos, las flores y las vainas, (Ferro, 2020).

El aceite extraído de la semilla: Tiene una variedad y complejidad de esteroides (kaempferol, campesterol, estigmasterol, beta-sitosterol, 5-

avenasterol y clerosterol, entre otros), contiene ácidos grasos (abunda el ácido oleico,) es rico en diferentes tocoferoles (alfa, gama, y delta) vitamina E, antioxidante, estos contenidos hacen valioso al aceite y las semillas de moringa para usarlos como complemento hipocolesterolemiante, (Ferro, 2020).

Vainas y Hojas de la Moringa: En los extractos crudos de las hojas de Moringa, se encuentra el fitoesterol, **y beta-sitosterol**, a esto se suma la riqueza de nutrientes esenciales como la Vitamina A, Vitamina C y el Calcio. El uso tradicional de las hojas es como una verdura, se incorpora a las preparaciones culinarias. Además, se ha comprobado que el fruto tiene efecto hipocolesterolemiantes en animales de experimentación. Esta combinación de fitoquímicos explica la buena respuesta que se obtiene de uso de la Moringa en los trastornos cardiovasculares. **Del extracto de la corteza del árbol** se han reportado propiedades antifúngicas. Su riqueza en aminoácidos esenciales (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina, metionina, triptófano, fenilalanina, treonina) en las hojas y en las vainas. **El polvo de las semillas y las hojas de la Moringa** se usa por su poder purificador y desintoxicador de las aguas, al demostrar que elimina compuestos tóxicos que contaminan el agua y acciones fungicidas y bactericidas, (Ferro, 2020).

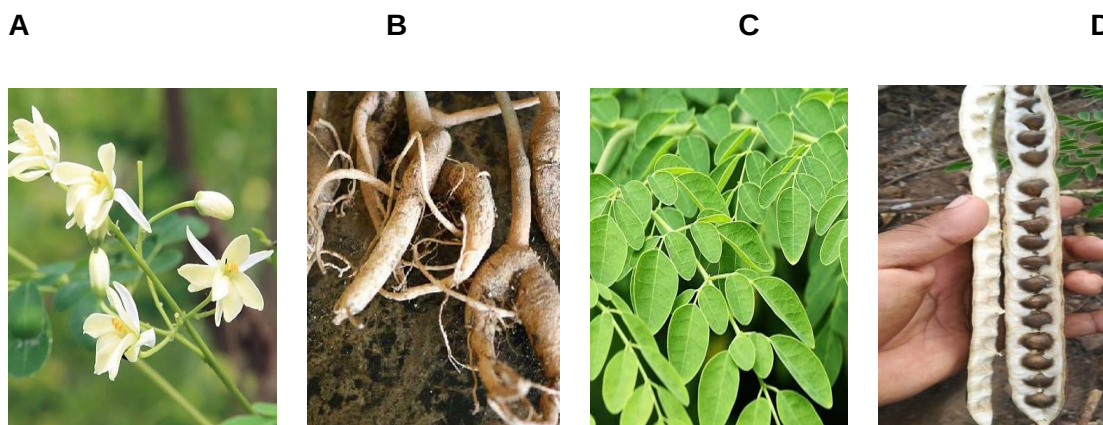


Figura 2. Órganos de la *Moringa oleifera*: A: Flores, B: Raíces, C: hojas, D: vaina y semillas, (González, 2018).

Fitoquímicos

Los científicos han descubierto que las frutas, los vegetales, los granos, y las legumbres además de los antioxidantes contienen otro grupo de nutrientes que favorecen la salud: los fitoquímicos. Estas sustancias son poderosas municiones en la guerra contra el cáncer y otras enfermedades. Los fitoquímicos son las sustancias biológicamente activas de las plantas, cuya función es proporcionarle color, sabor, y resistencia contra las enfermedades. Para entender como los fitoquímicos protegen al organismo contra el cáncer, es necesario comprender que la evolución del cáncer es un proceso que consta de diversos pasos, los fitoquímicos combaten el cáncer bloqueando uno o más de los pasos que conducen a la enfermedad. Por ejemplo: El cáncer puede comenzar cuando una molécula carcinogénica de los alimentos que consumimos o del aire que respiramos invade una célula. Sin embargo, si también llega a la célula un fitoquímico llamado sulforaphane el cual se encuentra en el brócoli se inicia un proceso de un grupo de enzimas que sacan de la célula el agente carcinogénico antes de que haga daño, pueden también prevenir el cáncer de otras maneras, (Balch,2000).

Los flavonoides que se encuentran en las frutas cítricas y las berries impiden que las hormonas causantes del cáncer se unan a las células. A pesar de que ningún estudio a largo plazo con humanos ha demostrado que determinados fitoquímicos detienen el cáncer, la investigación en torno a este tema respalda más de doscientos estudios que han encontrado una relación entre la disminución del riesgo de contraer cáncer y una dieta alta en granos, legumbres, frutas y vegetales. En estudios in vitro con animales se ha demostrado que algunos fitoquímicos impiden que sustancias carcinogénicas promuevan el desarrollo de cánceres específicos, como ejemplo el fitoquímico ***phenethyl isothiocyanate*** (PEITC), que se encuentra en el nabo, inhibe el desarrollo de cáncer de pulmón en ratas, (Balch,2000).

Proyecciones fitoquímicas de diferentes partes de la *Moringa oleifera* revelaron la presencia de glucosinolatos, isotiocianatos, carotenoides, vitaminas, elevadas proteínas, y carbohidratos. Por lo tanto, la planta posee altos valores medicinales y nutritivos a los seres humanos y ganado, (Hernández et al., 2018).

Propiedades de la Moringa

- ✚ Quimioprotectora.
- ✚ Hipoglucemiante.
- ✚ Antimicrobiana.
- ✚ Antiinflamatorias.
- ✚ Hepatoprotectoras.
- ✚ Antioxidantes.
- ✚ Cardioprotectoras
- ✚ Neuroprotectoras.
- ✚ Anticancerígenas.
- ✚ Suplemento Natural.

Es considerada como un superalimento, por su alto contenido de vitaminas, minerales, calcio, proteína, potasio y antioxidantes naturales como el ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides.

Usos de la Moringa

La planta tiene numerosas aplicaciones y se usa como medicina tradicional para el tratamiento de diversas enfermedades tales como:

- ✚ Enfermedades de la piel.
- ✚ Dificultad respiratoria
- ✚ Infecciones dentales

- + Bronquitis
- + Hipertensión
- + Diabetes
- + Anemia
- + Desnutrición
- + Cáncer
- + Funciones farmacológicas, como beneficios para la salud.

Muchos estudios han revelado su valor terapéutico incluido los

diuréticos,análgesicos, antidepresivos,y reguladores de la tiroides, antiaterosclerosis, antiartritis reumatoide y otros (Kou et al., 2018)

Molécula de importancia de *Moringa oleifa*

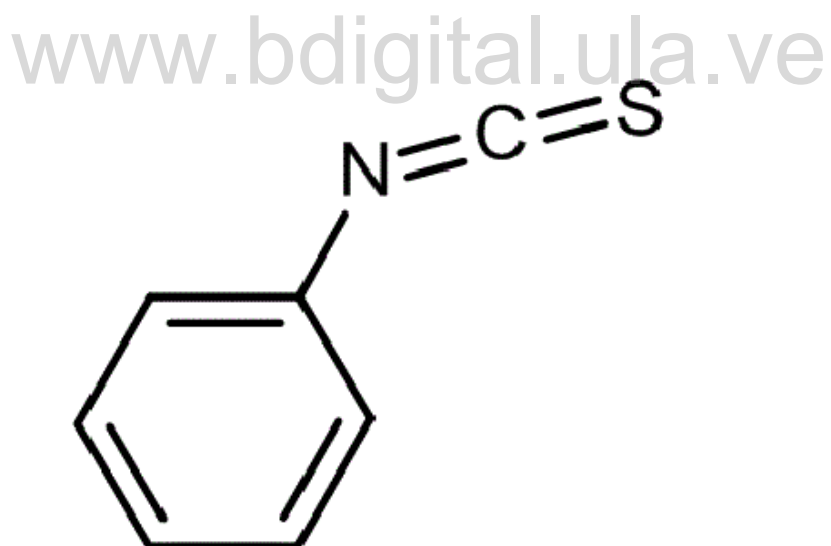


Figura 3: Estructura química del isotiocianato, (Vargas et al., 2020).

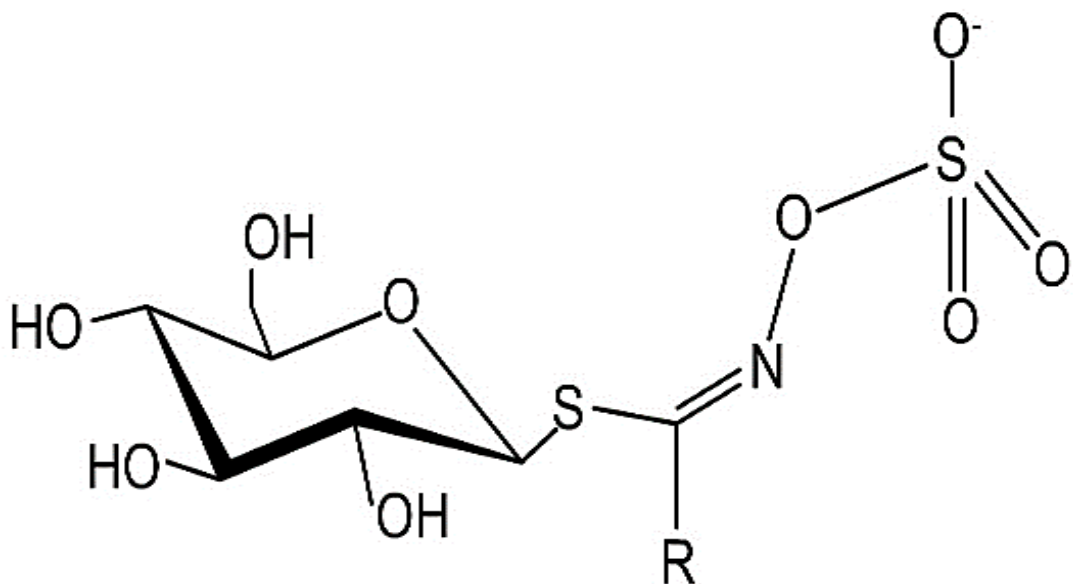


Figura 4: Estructura molecular de los glucosinolatos, (Tiloke et al., 2018).

Definición operacional de términos

Método de Espectrofotometría

La espectrofotometría se refiere al conjunto de técnicas que utilizan la luz para medir concentraciones químicas, partiendo de un método científico utilizado para medir cuanto luz absorbe una sustancia química, cuando un haz de luz pasa a través de la solución muestra, para esta técnica es necesario hacer referencia a la Ley de Beer-Lambert, se denota con la siguiente ecuación $A = \epsilon \cdot C \cdot l$ donde:
 A= Absorbancia.

ϵ = Coeficiente de extinción molar.

l = Longitud de la celda.

En la cual Wilher Beer y Johann Lambert nos dicen que “La absorbancia de una muestra a determinada longitud de onda depende de la cantidad de especie absorbente con la que se encuentre la luz al pasar por la muestra”, (Salcedo,1997).

Espectrofotometría UV- Visible

La Espectrofotometría UV-Visible, es una práctica analítica que utiliza la radiación electromagnética y permite determinar la concentración de un compuesto en solución, para esto se basa en la medición de absorción de radiación UV o visible por determinadas moléculas, la radiación correspondiente a estas regiones del espectro electromagnético causa transiciones electrónicas a longitudes de onda característica de la estructura molecular de un compuesto, (Fersht, 1980).

Método de Cromatografía de capa fina

La cromatografía en capa fina (CCF) es una técnica cromatografía que utiliza una placa inmersa verticalmente. Esta placa cromatografía consiste en una fase estacionaria polar, (comúnmente se utiliza sílice gel), adherida a una superficie sólida. La fase estacionaria es una capa uniforme de un absorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte. El desarrollo de los cromatogramas en capa fina se realiza normalmente por el método ascendente, esto es, al permitir que un eluyente ascienda por una placa casi en vertical, por la acción de la capilaridad, la cromatografía se

realiza en una cubeta, para conseguir la máxima saturación posible de la atmósfera de la cámara, las paredes se impregnan del eluyente.

Generalmente el eluyente se introduce en la cámara una hora antes del desarrollo, para permitir la saturación de la atmósfera. El tiempo de desarrollo, por lo general, no llega a los 30 minutos, (Walton et al., 2021).

Espectros de Absorción

Espectro que presenta una secuencia de frecuencias, en un intervalo relativamente ancho, correspondientes a los fotones absorbidos por una sustancia, generalmente representando el coeficiente de absorción en función de la frecuencia o longitud de onda, (Quesada, 2007).

Extractos

Un extracto es una sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua, también pueden definirse como preparaciones concentradas de consistencia líquida, semisólida y plástica, que se obtienen generalmente a partir de partes del material vegetal por acción de soluciones extractivas. De acuerdo con la naturaleza del disolvente empleado en la extracción, los extractos se denominan acuosos, alcohólicos, hidroalcohólicos, glicólicos, etéreos. Los disolventes podrán actuar solos, o mezclados entre sí en proporciones determinadas, (Graciela, et al., 2015).

Solvente

El término solvente se refiere a sustancias orgánicas en estado líquido, utilizadas para disolver sólidos o gases u otros líquidos, la mayoría de ellos son derivados del petróleo o sintéticos. Es importante mencionar que no hay ningún solvente 100% seguro, todos son tóxicos en distintos niveles (Huerta, 2005).

La biotecnología

Es una ciencia aplicada que utiliza organismos vivos y sus procesos bioquímicos con la finalidad de obtener, crear o modificar productos para usos específicos. Esta tecnología ha crecido y evolucionado hasta tal punto durante los últimos años que el número de profesionales que trabajan en las distintas áreas relacionadas directamente con ella es cada vez mayor (Duque,2010).

Biotechnología Roja

La Biotecnología Roja o Biotecnología de la salud, es la más visible y se dedica a la prevención, diagnóstico y tratamiento de un gran número de enfermedades nuevas o conocidas. La Biotecnología roja incluye el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la manipulación genética, (Duque,2010).

Cáncer

Nombre dado a las enfermedades en las que hay células anormales que se multiplican sin control y pueden invadir los tejidos cercanos. Las células de cáncer también se pueden diseminar hasta otras partes del cuerpo a través del torrente sanguíneo y el sistema linfático, (Kolachi et al., 2010).

Actividad Biológica

La actividad farmacológica o actividad biológica son los efectos benéficos o adversos de una droga sobre la materia viva. Cuando la droga es una mezcla química compleja, esta actividad es ejercida por los principios activos de la

sustancia o farmacóforos pero puede ser modificado por los otros constituyentes, (Gennaro, 2003).

Fototoxicidad

La fototoxicidad o fotoirritación, es la respuesta adversa que se produce cuando un agente fotosensibilizante localizado en la piel, absorbe la radiación luminosa y desencadena daño toxico, otro mecanismo de fototoxicidad es la unión mediada por la radiación del fotosensibilizador a su sustrato biológico (Fitzpatrick, 2009).

¿Qué es un fotón?

Es un cuanto de luz, o cuanto de energía que se propaga en el vacío a una longitud de onda y frecuencia electromagnética, (Salcedo,1997).

Foto-protección.

Las condiciones ambientales como luz, temperatura, sequía entre otras interfieren en la morfología y fisiología de las plantas, cuando estas condiciones se alteran las plantas deben generar mecanismos de defensa para mantener la homeostasis. En uno de los mecanismos los pigmentos xantófilos como luteína y zeaxantina protegen el sistema de fotosíntesis en condiciones de estrés oxidativo, usando un mecanismo de protección en las plantas que consiste en eliminar la mayoría de la luz solar absorbida, disipándola en forma de calor; otro es la síntesis de metabolitos secundarios tales como los carotenoides, micosporinas, y polifenoles, que les ha permitido usar la región visible del espectro electromagnético para la fotosíntesis y eliminar la radiación UV perjudicial, (Mejia et al., 2014).

Fototaxis

Es la capacidad que tienen algunas células de acercarse, (fototaxis positiva) o alejarse (fototaxis negativa) de la luz, (López, 2016).

Fototerapia

Tratamiento de las enfermedades por acción de la luz, (Gómez,2009).

Fototropismo

Efecto de la luz sobre el crecimiento de un hongo. La respuesta al estímulo lumínico se da en las estructuras de reproducción y es causada por un crecimiento de los lados distal y proximal del evento iluminado. En el Fototropismo positivo, el crecimiento del lado distal es más rápido que el lado proximal, como resultado de la promoción de crecimiento en un lado o la inhibición del crecimiento en el otro, (Raven et al., 2015).

Operacionalización del evento de estudio y criterio de Análisis

Las variables de una investigación se operacionalizan con el fin de transformar los conceptos abstractos en empíricos. Para tal fin, se utilizan las bases teóricas, las cuales permiten reconocer los indicadores que revelan la presencia de la variable. Por lo tanto, se relaciona la definición conceptual y la definición operacional, con el fin de identificar las dimensiones y los indicadores específicos, (Palella. S, Martins. F, 2006). Dichas variables de estudio pueden presentarse en un cuadro de operacionalización en el cual se especifiquen sus dimensiones e indicadores, (Arias, 2016).

Tabla 1. Operacionalización del evento de estudio Fotosensibilidad y Fotoactivación de los extractos de Moringa oleifera.

1.Evento de Estudio	2.Definición Conceptual ¿Qué es?	3.Definición operacional ¿Cómo se mide?
Fotosensibilidad	La fotosensibilidad se conoce, como un proceso que depende de la absorción de fotones por un fotosensibilizador.	Se mide a través de la técnica de Espectrofotometría
Fotoactivación	Los materiales fotosensibles son aquellos que contienen una capa o conjunto de capas sensibles a la luz, capaces de reaccionar en contacto con la luminosidad. La fotoactivación: Es la absorción de la energía de un fotón inducido en una molécula.	
4.Dimensiones		5.Indicador
Absorbancia.		Cambio de color debido a la variación en la absorbancia.
Corrimiento de longitud de onda.		
*Corrimiento o desplazamiento batocrómico.		Se desplaza hacia longitudes de onda más grandes o de menor energía.
*Corrimiento o desplazamiento hipsocrómico.		Se desplaza hacia longitudes de onda menores o de mayor energía.

Fuente: Andrades y Martinez, (2022)

Tabla 2. Operacionalización del Criterio de Análisis.

1.Evento	2.Definición Conceptual ¿Qué es?	3.Definición operacional ¿Cómo se mide?
Espectrofotometría	La Espectrofotometría: Es el conjunto de técnicas que utilizan la luz para medir concentraciones químicas La espectrofotometría es un método que permite determinar la absorción de luz de alguna sustancia y la determinación de estructuras. La espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible permite determinar la absorción de luz de alguna sustancia en las regiones ultravioleta-visible del espectro. En la espectrofotometría de absorción molecular, la longitud de onda de trabajo es el nanómetro.	La espectrofotometría mide la absorción a diferentes longitudes de onda, generalmente se escoge una de ellas para definir la fotosensibilidad. Los fotómetros, miden la energía electromagnética. Los espectrofotómetros: son más perfeccionados, miden la absorción de radiaciones electromagnéticas.
4.Dimensiones		5.Indicador
Absorción de la luz U.V		Espectro de absorción *Espectro ascendente *Espectro descendente

Fuente: Andrades, Martinez, (2022).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

La determinación del tipo de investigación se basa en los métodos, tácticas, técnicas, y estrategias que son diferentes para cada tipo de investigación la cual involucra los 10 tipos de investigación conocidas como exploratoria, descriptiva, analítica, comparativa, explicativa, predictiva, proyectiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa, (Hurtado, 2015). Este tipo de investigación, involucra una etapa en la cual, en las muestras se va a investigar su efecto de fotosensibilidad y fotoactividad para ser comparadas entre sí, y comprender su correspondencia con técnicas analíticas como la espectrofotometría; por lo tanto, la investigación es Comparativa.

Diseño de la investigación

El diseño de investigación hace referencia al lugar y el tiempo en el que se recopila la información, así como la amplitud de la misma, ya que permite dar respuesta a la pregunta de investigación es decir al enunciado holopráxico (Hurtado, 2015). Al respecto, las muestras se recolectaron en el campo, luego fueron llevadas a el laboratorio de la Sección Biotecnología, del Instituto de Investigaciones, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, de la Universidad de Los Andes. El diseño de investigación es mixto, (campo- laboratorio), transeccional, retrospectivo y multieventual. De campo ya que las diferentes partes, (raíz, hoja, tallo), de la planta *Moringa oleífera*.

se recolectaron en el Campo, (INI- IIFFB); De Laboratorio porque fueron transportados al Laboratorio de la Sección Biotecnología del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes de Mérida. La temporalidad corresponderá a un periodo retrospectivo y en un sólo momento, desde Octubre de 2021 hasta Octubre de 2022, la amplitud de la información es multieventual, los datos fueron colectados de barridos espectrofotométricos realizados en años anteriores.

Población y Muestra

En esta sección se describirá la población, así como el tamaño y forma de selección de la muestra, es decir, el tipo de muestreo, (Arias, 2016). La muestra será la cantidad de extractos obtenidos, luego del procesamiento de las diferentes partes de las plántulas de *Moringa oleífera*

Población

El término población se refiere a cualquier conjunto de elementos de los que se requiere conocer o investigar alguna o algunas de sus características, (Arias, 2016); desde otro punto de vista hace mención a la colección de todas las posibles mediciones que pueden hacerse de una característica en estudio, además se encuentra constituida por datos o valores; existiendo una población finita cuando tiene un número determinado de elementos e infinita cuando tiene infinitos valores (Armas, 1988). En esta oportunidad la población corresponde a las Plántulas de *Moringa Oleífera*, (raíz, tallo y hojas).

Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población, (Arias, 2016), en este sentido la muestra corresponde a la cantidad de

extractos obtenidos de las raíces, tallos, hojas de las plántulas de *Moringa oleifera*.

Unidad de investigación

En relación con la unidad de investigación de este estudio experimental está representada por los extractos de raíz, hoja y tallo de *Moringa oleifera*, y sus respectivos barridos espectrales, utilizando como criterio de análisis la espectrofotometría, estos extractos fueron realizados en el Laboratorio Sección Biotecnología, del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, de la Universidad de los Andes de Mérida.

Selección del tamaño de la muestra

En cuanto al tamaño de la muestra, la “n” muestral, corresponde a los barridos espectrales, provenientes de los extractos de raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera*, obtenidos previamente por Andrades, Efrén (2016), que van desde 390- 490nm hasta 790nm.

Variables estadísticas

Variable es una característica o cualidad, magnitud o cantidad que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. La edad, la estatura, la temperatura, el ambiente son algunos ejemplos de variables. Hay varios tipos de variables según su naturaleza pueden ser cuantitativas, (discretas, continuas) o cualitativas, (dicotómicas, policotómicas); según su complejidad las hay simples y complejas. Por otra parte, según su función hay variables independientes,

(explican cambios en la variable dependiente), dependientes, (se modifican por la acción de la variable independiente), e intervinientes, (se interponen entre la variable independiente y dependiente), (Arias,2016). De acuerdo a lo anterior descrito, la presente investigación consta de las siguientes variables:

- + Variable Dependiente: La absorción.
- + Variable Independiente: Longitud de ondas.
- + Variable interviniente: Tipo de muestra y manipulación de dicha muestra por parte de las personas participantes en el experimento.

Metodología de la investigación

Materiales y Equipos:

Envase de vidrio.

Mortero y pistilo.

Viales de color ámbar.

Tubos de Eppendorf.

Pipetas, Micropipetas, puntillas y Gradillas.

Cubeta de cuarzo.

Espectrofotómetro (GENESYS Bio v1.000).

Procedimientos de la investigación

Se recolectaron en el campo, las diferentes partes de la planta en estudio: raíz, hoja y tallo de la *Moringa oleifera*, se transportaron al Laboratorio, se cortan, se pesan y maceran las muestras en la oscuridad para evitar la irradiación de la luz en las mismas, se guardaron en frascos color ámbar y se llevaron a refrigeración, para dejar decantar y obtener así los extractos etanólicos. Luego de obtener esos extractos etanólicos, se procedió mediante la técnica de espectrofotometría a realizar los espectros ascendentes y descendentes en la oscuridad, empleando como técnica analítica la espectrofotometría. Posteriormente esos espectros son tabulados y se dividen los resultados del ascendente sobre el descendente, y también se restan para ver el espectro diferencial de fotosensibilidad. Se hacen los gráficos de repetitividad y comparaciones gráficas entre las respuestas de espectros de cada parte de la planta *Moringa oleifera*.

Espectrofotometría:

Para realizar el análisis se utilizó un Espectrofotómetro UV-VIS, marca GENESYS Bio v1.000 y celdas de cuarzo. La muestra de Moringa extraída en la oscuridad, se evaluó en el rango UV- Visible completo, cambiando las longitudes de onda de manera creciente y decreciente, este procedimiento fue realizado en la Sección de Biotecnología del Instituto de investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes de Mérida.

Ascendente:

A la muestra de cada extracto obtenido se le realizó una espectrofotometría de barrido desde 390 nm hasta 490 nm con un intervalo de longitud de 1 en 1.

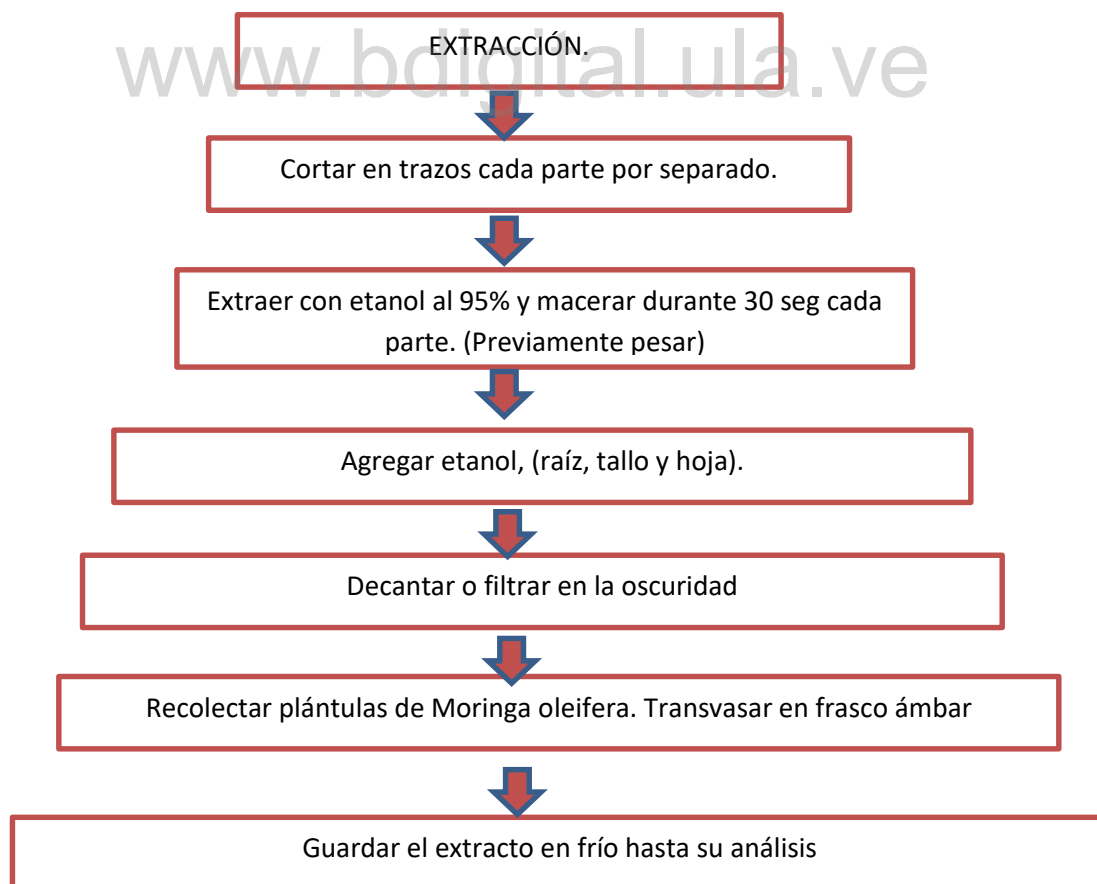
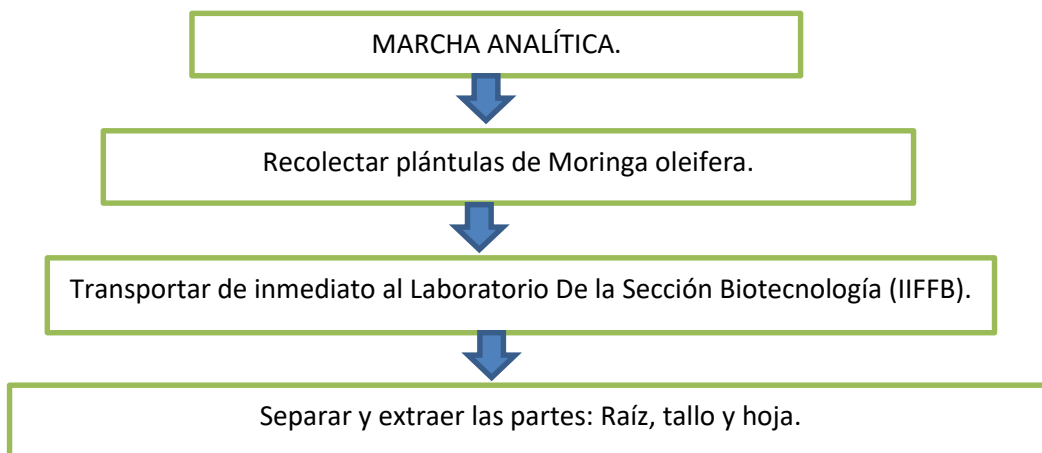
Descendente:

A la muestra de cada extracto obtenido se le realizó una espectrofotometría de barrido desde 490 nm hasta 390, (caso contrario al anterior) nm con un intervalo de longitud de 1 en 1.

Repetitividad

Ascendente: A la muestra de cada extracto obtenido se le realizó una espectrofotometría de barrido desde 390 nm hasta 790 nm con un intervalo de longitud de 5 en 5; **Descendente:** A la muestra de cada extracto obtenido se le realizó una espectrofotometría de barrido desde 390 nm hasta 790, (caso contrario al anterior) nm con un intervalo de longitud de 5 en 5. Para descubrir efecto de las mayores longitudes de onda sobre los extractos de raíz, tallo y hoja en el rango 390-490 nm, y un control de repetitividad, es decir evaluar si las altas longitudes de onda tienen efecto sobre el comportamiento ascendente/descendente en el rango 390-490 nm, y posteriormente en el tallo 1/10 en todo el rango visible (390-790).

Marcha Analítica de la Investigación.



Diseño de Análisis de los Datos

Los resultados de esta investigación fueron analizados a través del enfoque cuantitativo. Tal como lo propusieron Palella y Martins (2010), se recolectaron los datos relacionados con el problema de investigación, se analizaron gráficamente, en Microsoft Excel 2017. Se hicieron comparaciones de los términos variables y de gráficos que representan cada uno de los fenómenos. El análisis descriptivo de los resultados se llevó a cabo a través de comparaciones de los términos variables en gráficos que representan cada uno de los fenómenos, mediante espectros de absorción ascendentes y espectros de absorción descendentes para cuantificar la absorción a diferente longitud de onda, es así como se determinará si existe fotosensibilidad, fotoactivación.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de fotosensibilidad y fotoactivación evaluados por espectrofotometría.

GRÁFICAS DE LA RAÍZ:

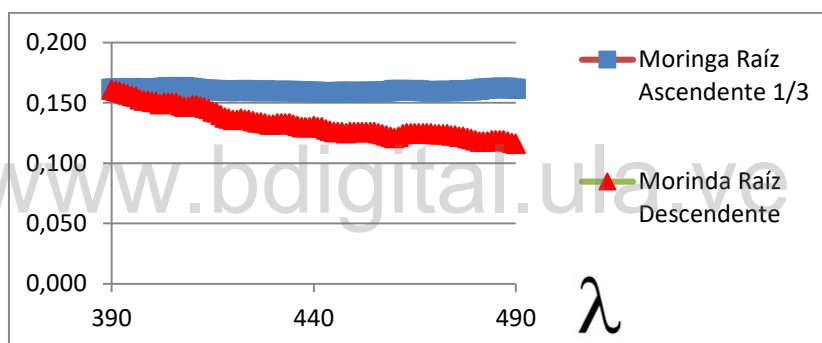


Gráfico 1. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos de la raíz de *Moringa oleifera*.

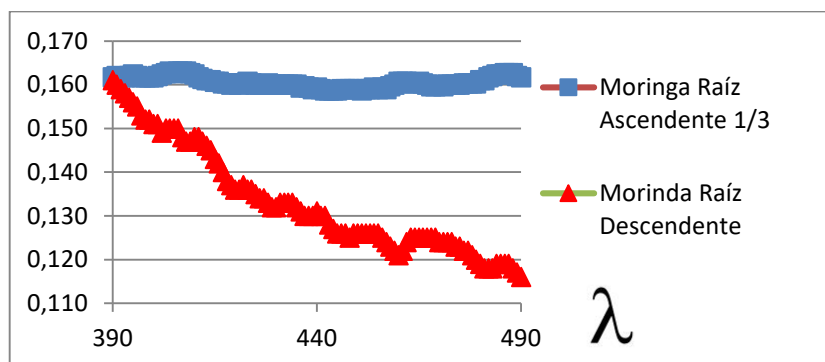


Gráfico 2. Espectro ascendente/descendente (390-490nm), de los extractos etanólicos de la raíz de *Moringa oleifera*, (amplificado).

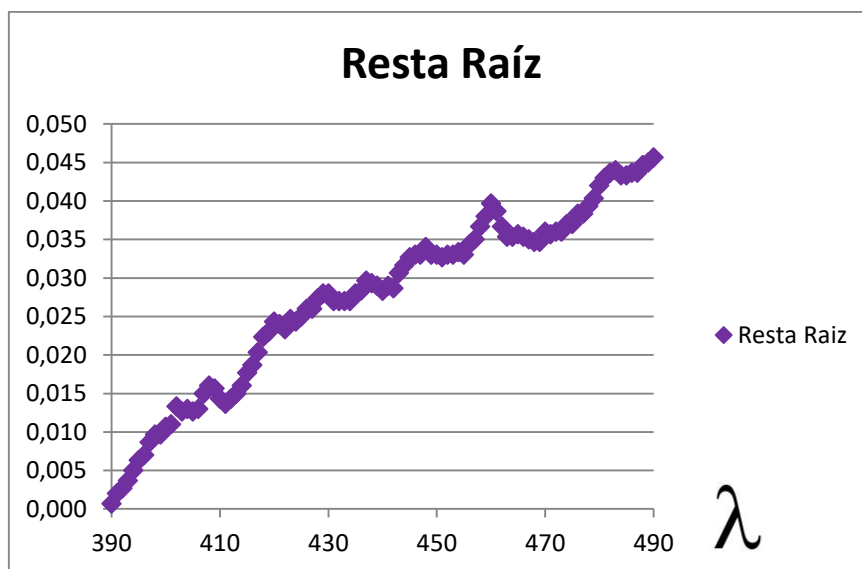


Gráfico 3. Espectro diferencial 390-490nm, (Resta) de los extractos etanólicos de la raíz de *Moringa oleifera*.

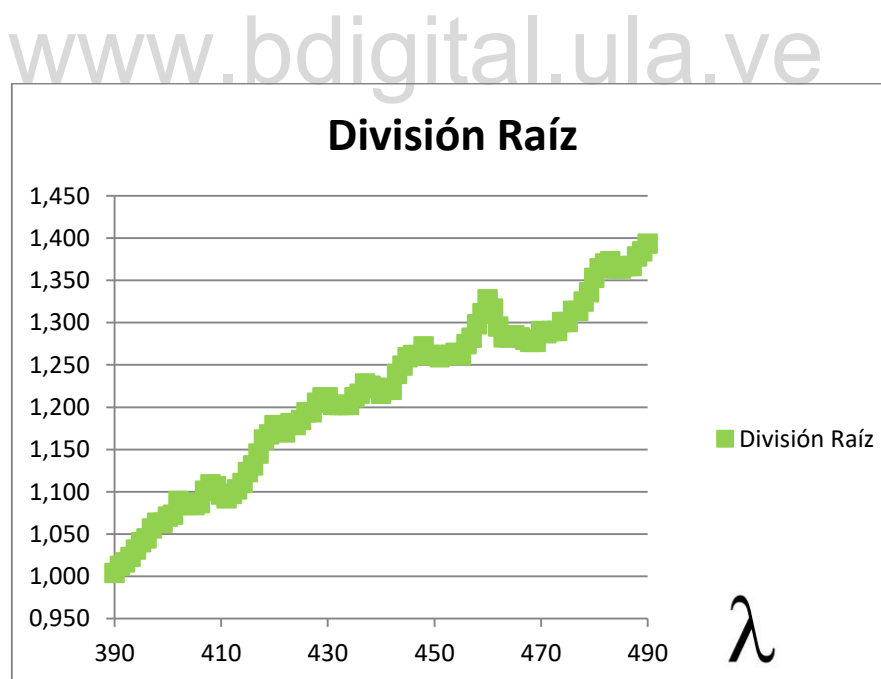


Gráfico 4. Espectro diferencial 390-490nm, (División) de los extractos etanólicos de la raíz de *Moringa oleifera*

GRÁFICAS DE LA HOJA.

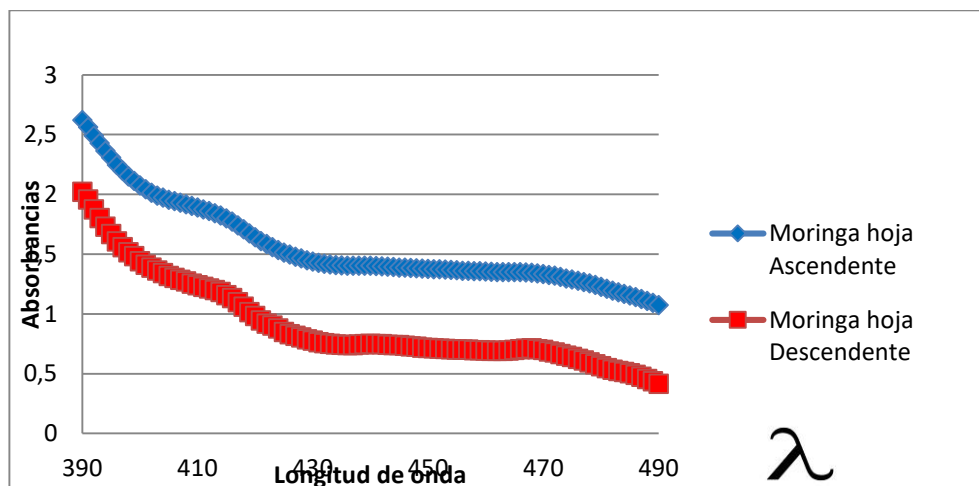
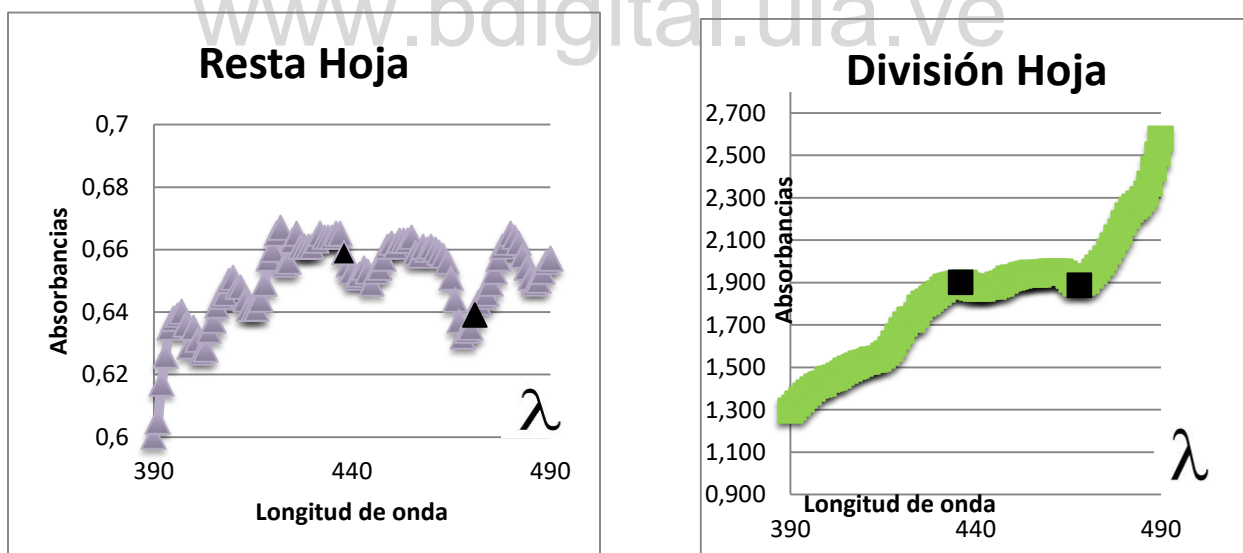


Gráfico 5. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos de la hoja de *Moringa oleifera*.



Gráficos 6-7: Espectro diferencial 390-490nm, (Resta); (División) de los extractos etanólicos de la hoja de *Moringa oleifera*.

Se puede ver que tanto la raíz como la hoja presentan fotosensibilidad porque son distintos los valores del espectro descendente en comparación con el ascendente. Sin embargo, el resultado con la raíz revela que el extracto de

esta parte de la planta tiene una diferencia abismal entre ascendente y descendente hacia las longitudes de onda más altas. A diferencia con la hoja los perfiles ascendentes y descendentes no son paralelos. El hecho de que la raíz y la hoja den perfiles diferentes, este comportamiento se debe a que la raíz está en la oscuridad y se revela su fotosensibilidad al exponerla a la luz, mientras que la hoja, aunque tiene los pigmentos fotosintéticos que son los más fotosensibles, ha estado en presencia de la luz y sus moléculas ya dieron la reacción de fotosensibilidad al estar expuestas a la luz. En la hoja también hay fotosensibilidad y las curvas son casi paralelas.

GRÁFICAS DEL TALLO:

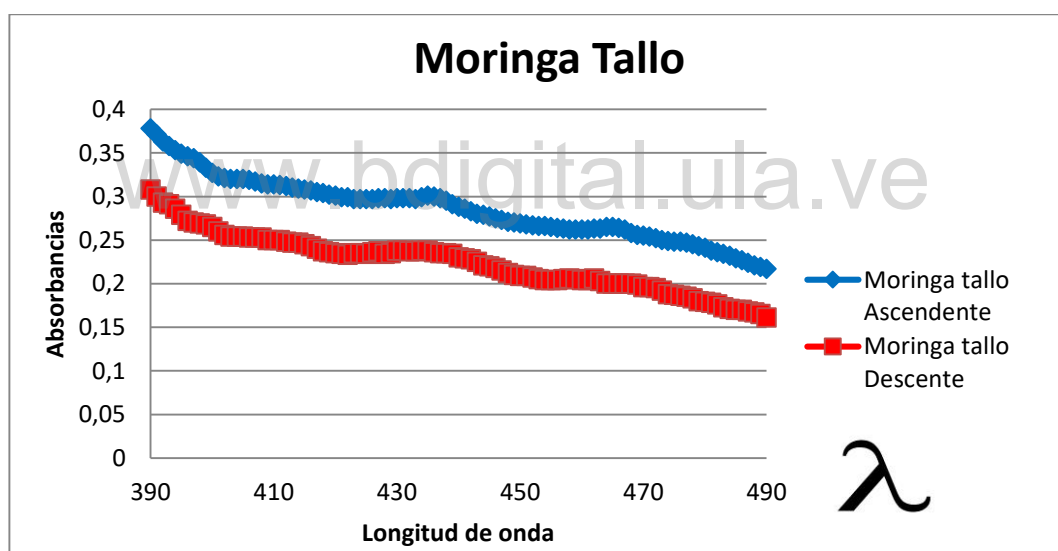
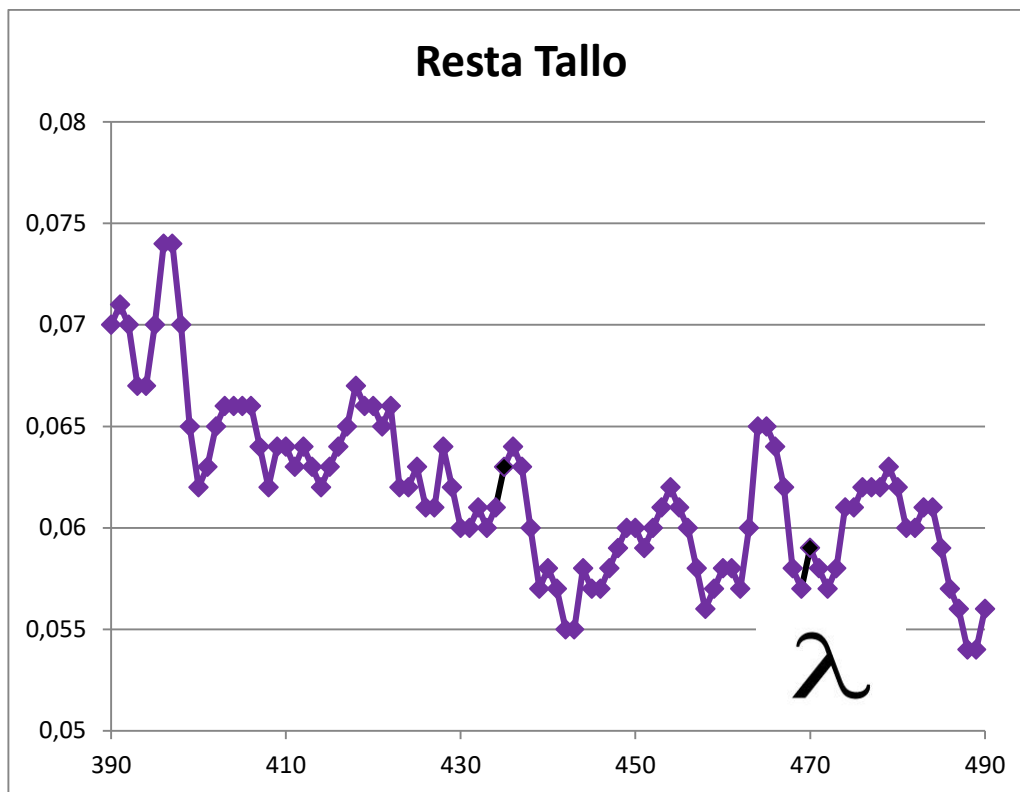


Gráfico 8. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm), de los extractos etanólicos del tallo de *Moringa oleífera*.



Gráficos 9: Espectro diferencial 390-490nm, (Resta), de los extractos etanólicos del tallo de *Moringa oleifera*.

Por su parte el extracto del tallo tiene un perfil parecido al de la hoja demostrando una importante diferencia entre ascendente y descendente, ver gráficos (5,6,7), sin embargo como se observa en el siguiente gráfico de resta (gráfico 9), hay un corrimiento hipsocrómico del tallo en cuanto a la sensibilidad de las clorofilas si se compara con la hoja. Por otra parte, de nuevo el comportamiento del tallo es completamente distinto al comportamiento de la raíz esto es lógico porque el tallo y la hoja son estructuras aéreas mientras que en la raíz es una estructura subterránea.

GRÁFICAS DE REPETITIVIDAD:

EVALUACIÓN SIN SUBIR A LAS ALTAS LONGITUDES DE ONDA

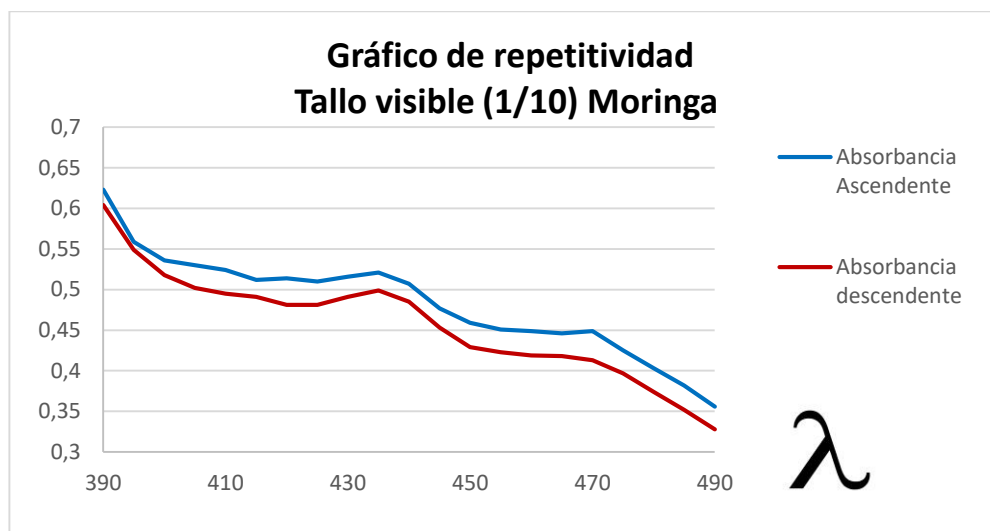


Gráfico 10. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm/), seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera*.

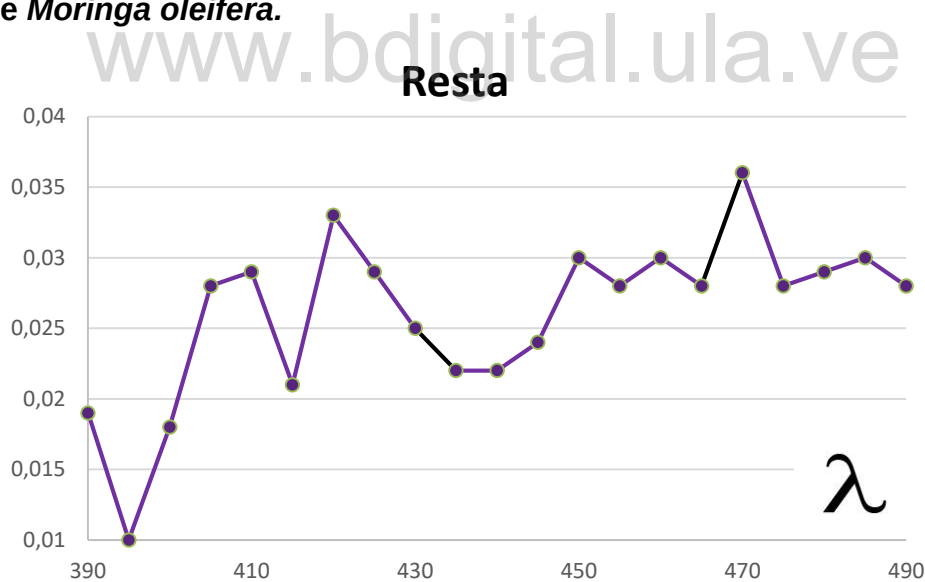


Gráfico 11: Espectro diferencial 390-490nm, (Resta) seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera*.

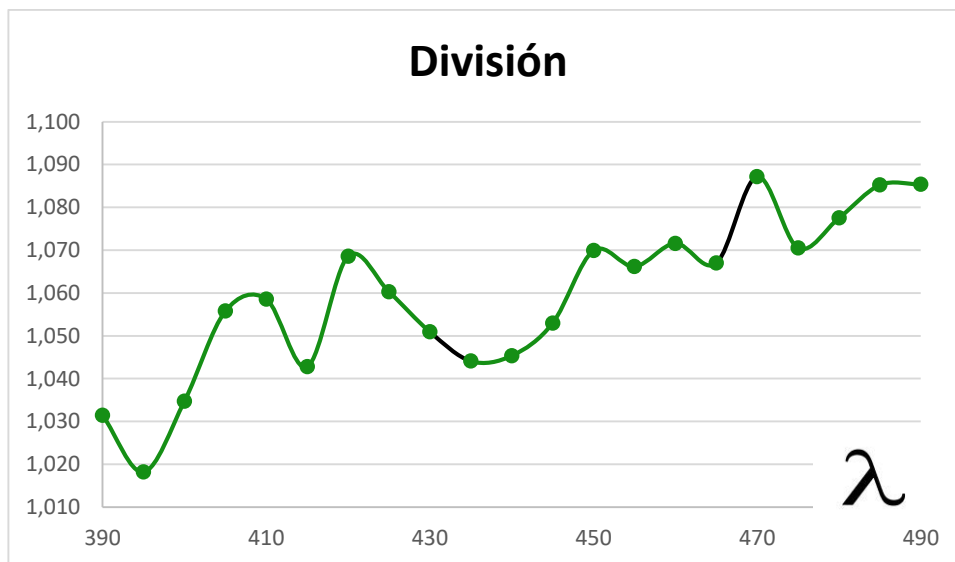


Gráfico 12: Espectro diferencial, 390-490nm, (División), seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera*.

El resultado de estas gráficas, (10,11,12) demuestran que la Clorofila A (437 nm) tiene una sensibilidad que la hace disminuir su absorción en el espectro descendente por el contrario la clorofila B tiene una sensibilidad que se expresa con un aumento de la absorción a 470nm, en el espectro descendente.

EVALUACIÓN CON SUBIDA A ALTAS LONGITUDES DE ONDA.

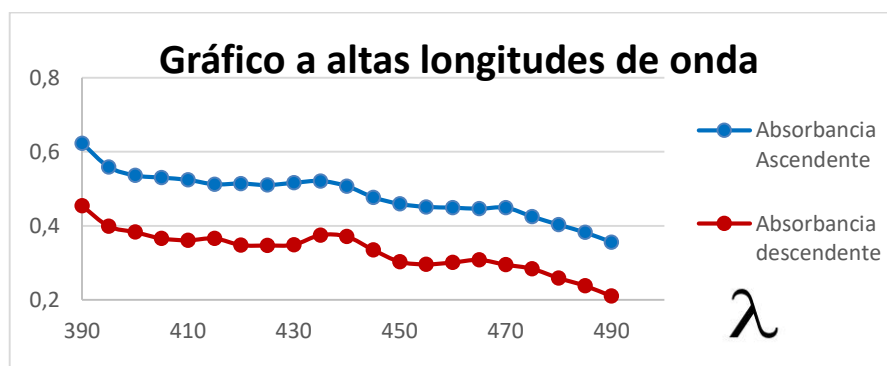


Gráfico 13. Espectro ascendente/descendente (390- 490 nm/), repetitividad seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera*.

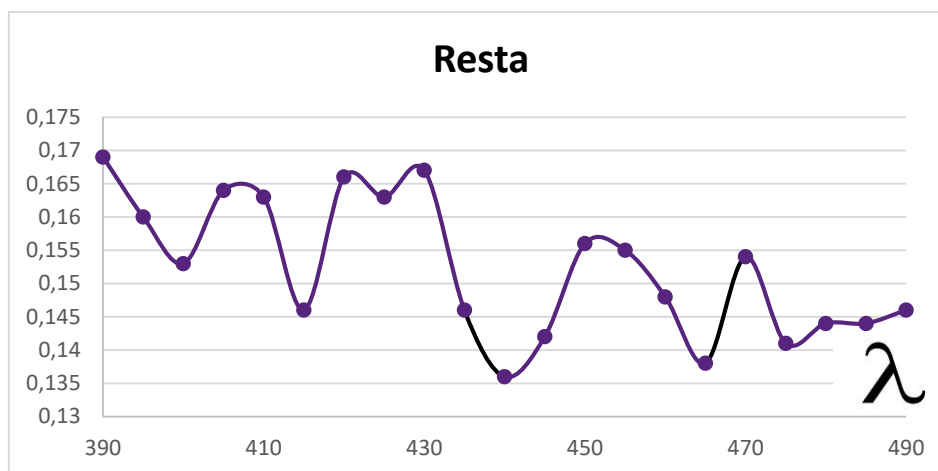


Gráfico 14: Espectro diferencial 390-490nm, (Resta), repetitividad seleccionando longitud de onda de 5 en 5 nm de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera*.

El resultado de esta gráfica, (14), demuestra que la Clorofila A (437 nm) tiene una sensibilidad que la hace disminuir su absorción en el espectro descendente por el contrario la Clorofila B tiene una sensibilidad que se expresa con un aumento de la absorción a 470 nm en el espectro descendente. En este experimento las diferencias entre los espectros ascendente y descendente son mayores, que, en el experimento anterior, demostrando que la irradiación a longitudes de onda más altas sensibiliza el extracto. Esto demuestra que la sensibilidad se incrementa en las repeticiones cuando se irradia a altas longitudes de Onda.

EVALUACIÓN DE REPETITIVIDAD:

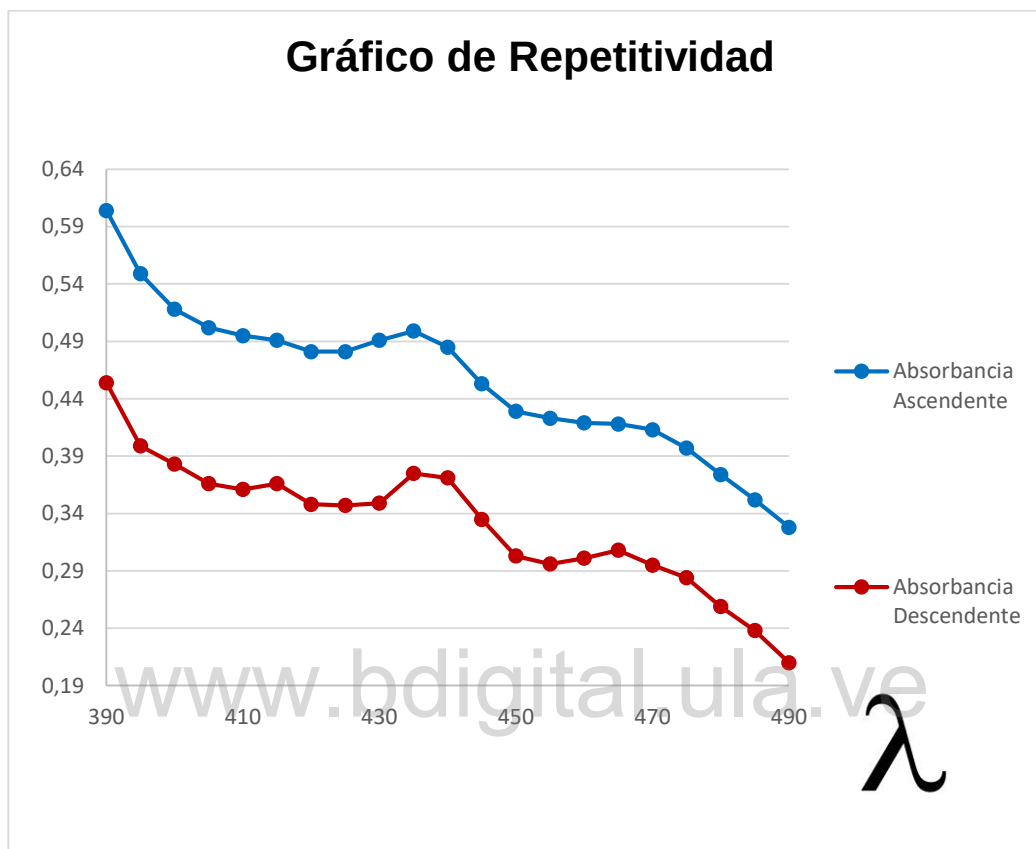


Gráfico 15: Repetitividad de espectros de extractos de *Moringa oleifera* a altas longitudes.

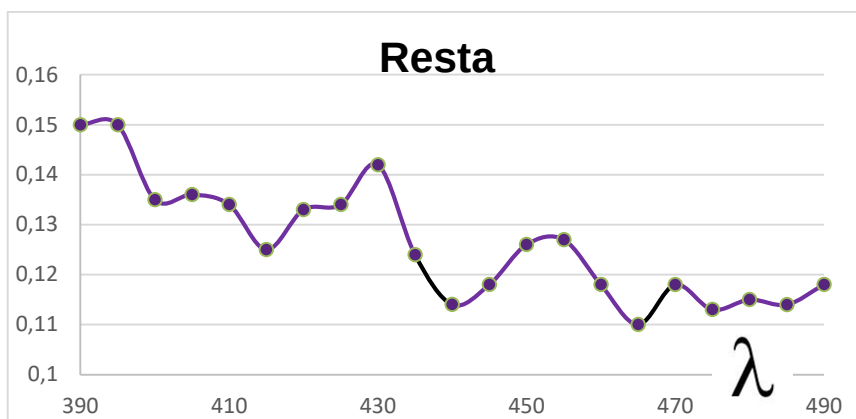


Gráfico 16: Repetitividad de espectro diferencial (Resta), de extractos de *Moringa oleifera* a altas longitudes.

A diferencia del anterior hay un desplazamiento en el resultado de la sensibilidad en el pico de absorción de la Clorofila B a 470 nm, esto se debe a un corrimiento batocrómico, (se denomina efecto batocrómico o desplazamiento batocrómico al fenómeno que se verifica cuando la longitud de onda de absorción de una sustancia se desplaza hacia longitudes de onda más grandes o de menor energía por efecto del solvente o por la presencia de distintos sustituyentes químicos, (Olsen,2016).

EVALUACIÓN DEL ESPECTRO DEL TALLO EN EL RANGO VISIBLE:

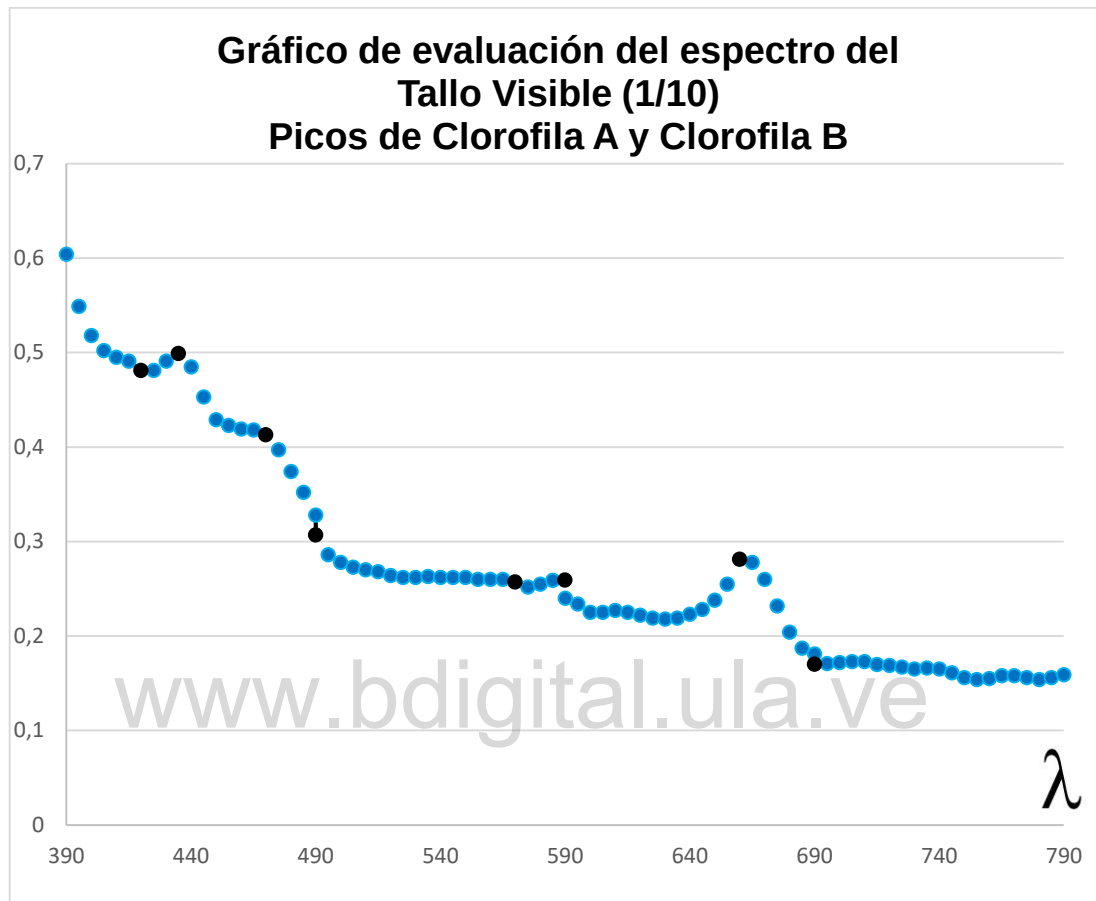


Gráfico 17: Espectro del tallo visible (1/10), (390-790nm), observación de dos picos de Clorofila A y Clorofila B.

Podemos observar que en el rango de longitud de onda de 420 nm hasta 490 nm (rango de los picos de clorofila A Y B,)se refleja los picos de absorción de la clorofila A (435nm) y de la Clorofila B (470nm), mientras que a mayores longitudes de onda desde 570nm hasta 690nm se refleja la absorción de los picos de clorofila A (660nm) y Clorofila B (590 nm), este experimento comprueba que la fotosensibilidad de la hoja y del tallo coincide con los picos máximos de absorción de la clorofila A Y de la Clorofila B a bajas longitudes de onda. A altas longitudes de onda no se realizaron los experimentos para

comprobar si había fotosensibilidad en esos picos, esto se debe a las siguientes razones:

1. Esa región a altas Longitudes de onda se usó para irradiar las muestras y después comprobar la fotosensibilidad a bajas longitudes de Onda.
2. La absorción a bajas longitudes de Onda es mucho mayor que a altas Longitudes de onda (ver gráfico 17), con lo cual debería ser muy difícil determinar la fotosensibilidad a altas Longitudes de Onda por los bajos niveles de Energía de la Luz en esa región, esos niveles de energía serían suficientes para sensibilizar los extractos de hoja y tallo y verificar esa sensibilidad a bajas Longitudes de Onda.
3. Ya en otros trabajos se ha puesto en evidencia que la detección de la sensibilidad es mayor mientras más energía tiene la luz con la cual se irradia la muestra, (Castillo Elida y Mendez Raymari, 2018). En su estudio sobre la fotosensibilidad y fotoactivación en correspondencia con la espectrofotometría en la fracción enzimática y en la fracción antitumoral de la bromelina de la médula de la piña, (*Ananas Comusus*) infieren que la fracción anti-tumoral se expresa mejor en onda corta que en onda larga. En sus experimentos ponen en evidencia la fotosensibilidad de las muestras ascendente, (190-390nm) y descendente, (390-190nm) y la relación diferencial comparativa de ambos espectros. Los espectros se midieron en cubetas de cuarzo, el ascendente desde ultravioleta onda corta hasta ultravioleta onda larga y el descendente a la inversa. Con una muestra control y la otra de afirmación, tanto la resta como la división son muy similares o paralelas comportamiento que se repite bastante entre 290- 310nm, esto se refiere a que es más uniforme en la luz ultravioleta en la región de onda larga que en la región de onda corta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- ✚ Se presenta Fototensibilidad y Fotoactivación en los extractos de la Raíz de *Moringa oleifera*, siendo este un hallazgo novedoso y relevante en este estudio, la explicación de este comportamiento puede ser que al hacer el extracto de la raíz se revelen moléculas que estando en un ambiente de oscuridad en la raíz al ser expuesta a la luz demuestran ser hipersensibles.
- ✚ Hay Fotosensibilidad y Fotoactivación de los extractos de la raíz, tallo y hoja de *Moringa oleifera* entre (390nm y 490nm).
- ✚ Tanto la raíz como hoja presentan fotosensibilidad porque son distintos los valores del descendente en comparación con el ascendente. Sin embargo, el resultado con la raíz revela que el extracto de esta parte de la planta tiene una diferencia abismal entre ascendente y descendente, hacia las longitudes de onda más altas, (390-490nm).
- ✚ La irradiación a longitudes de onda más altas sensibiliza el extracto. Esto demuestra que la sensibilidad se incrementa en las repeticiones cuando se irradia a altas longitudes de Onda.
- ✚ El rango de longitud de onda de 420-490 nm, refleja los picos de absorción de la clorofila A (435nm) y de la Clorofila B (470nm), mientras que a mayores longitudes de onda desde 570nm hasta 690nm se refleja la absorción de los picos de clorofila A (660nm) y Clorofila B (590 nm).
- ✚ La Biotecnología, abre oportunidades para descubrir, mejorar y potenciar las bondades de la naturaleza.

RECOMENDACIONES

- ✚ Uso Medicinal de la raíz como fotosensibilizador.
- ✚ Investigar el fenómeno que ocurre a altas longitudes de Onda 590-790nm.
- ✚ Investigar la actividad de fotoprotección de la raíz.
- ✚ Elaborar un manual donde se sugieran las cantidades adecuadas de consumo de Moringa en niños y adultos, temporalidad, beneficios, ventajas y desventajas de consumo a largo plazo.
- ✚ Promover la siembra de *Moringa oleifera* en ambientes educativos.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, D. (2013). *Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales*. Fundación Girarz.
- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (pp. 37-41). (7ª ed.). Caracas: Episteme.
- Audouin, V., & Lamarck, J.-B. (1827). Dictionnaire classique d'histoire naturelle. (208-209).
- Avery, H. (1982). *Cinética química básica y mecanismos de reacción*. Reverté.
- Bruhns, E. (2011). *Moringa oleifera. El árbol maravilloso del ajurveda* (Primera Edición ed.): Alemania. Mentalo.
- Castillo, E. y Mendez, S. (2018). *Fotosensibilidad y Fotoactivación en correspondencia con la espectrofotometría en la fracción enzimática y en la fracción antitumoral de la bromelina de la médula de la piña (Ananas comusus)*. [Tesis de pre-grado]. Tutor: Prof. Efrén Andrades. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Duque, J. (2010). *Biotecnología*. Netbiblo.
- Fersht, A. (1980). *Estructura y mecanismo de las enzimas*. En C. Cuchillo. *Métodos cinéticos*. (Pp159-160). España: Reverte, S.A.
- Fitzpatrick, T. (2009). *Fitzpatrick dermatología en medicina general*. Médica Panamericana.
- Flores Carlos. (2019). *Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa (Moringa oleifera) y Chía (Salvia hispánica. L) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional*. [Tesis de pre-grado]. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Gennaro, A. R. (. (2003). *Remington Farmacia*. Editorial Médica Panamericana.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de Nutrición*. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Gómez, M. (2009). *Aulas multisensoriales en educación especial: estimulación e integración sensorial en los espacios snoezelen*. Ideaspropias.

- González, J. (2018). *Un estudio transversal de Moringa oleifera Lam. (Moringaceae)*, (34), (1), (9-20).
- Huerta, M. (2005). *Estudio para minimizar la formación de espuma en mezclas de aminos utilizadas en el proceso de endulzamiento de gas natural* (trabajo de investigación). Universidad de las Américas de Puebla, México
- Hurtado, J. (2015). *El proyecto de investigación Compresión holística .de la metodología y la investigación* (pp. 50-51). Bogotá- Caracas: Quirón.
- Jubb, K. (1985). *Patología de los...animales domésticos*. Hemisferio sur: Aedos.
- Kolachi, 2010 *Determination of Selenium Content in Aqueous Extract of Medicinal Plants Used as Herbal Supplement for Cancer Patients, Food and Chemical Toxicology*: 48 (12), 3327-3332.
- Kou X, et al., (2018). *Nutrients. Nutraceutical or Pharmacological Potential of Moringa oleifera Lam*, (10). (2-12)
- MAROTO, J. (2008). *Elementos de Horticultura General*. Ediciones
- Martín, C, Martín, G, García, A, Fernández, Teresa, Hernández, Ena, & Puls, Jürgen. (2013). *Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes*, 36(2), 137-149. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001&lng=es&tlng=es.
- Martínez, R. (2008). *Fundamentos teóricos y prácticos de la histoquímica* (R. Martínez Rodríguez & R. R. Gragera Martínez. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Mejía, C. Atehortúa, L. Puertas, A. (2014). *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Mora, S. (2007). *Manual de experimentos de laboratorio para bioquímica*. Euned.
- Olsen, E. (1990). *Métodos ópticos de análisis*. Reverté.
- Palella, S. Martins, F. (2010). Introducción a la Investigación. En: *Metodología de la Investigación Cuantitativa* (pp. 32-33). Caracas: FEDUPEL.
- Pérez, A et al. (2010). *Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal*. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1.

Recuperado en 20 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001&lng=es&tlng=es.

- Perozo, A. Lazo, A. (2013). *Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales* (Astro Data S.A ed.). Ali Perozo Bravo.
- Quezada, L. Villalva, K. (2017). *Investigación de mercado en el Cantón Huaquillas sobre bebidas a base de Moringa oleifera*. [Tesis de pre-grado]. Tutor: Ing. Olivero Edinson. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Raven, P. Evert, R. y Eichhorn, S. (2015). *Biología de las plantas* (S. Santamaría del Campo, Trans.). Reverté.
- Salcedo, A. (1997). *Nuevos métodos fotométricos y cromatográficos*. (pág. -252). *España: Castilla-la mancha*.
- Sampieri. R, Fernández. C, Baptista. L, (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta Edición. Mc GRAW- HILL.
- Sánchez, V. Cárdenas, J. Moreno, A. Guerra, C. y Dzul, I. (2018). *Alimentación sostenible y retos del sistema agroalimentario*. Página Seis.
- Sanchez Kleimar. (2014). [Informe de Pasantías Profesionales II]. Tutor: Efrén Andrades. *Estudio de los extractos etanólicos de la hoja y flor de Moringa*. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Tiloke C, et al., (2018). *Biomedicine & Pharmacotherapy. Moringa oleifera and their phytonanoparticles: Potential antiproliferative agents against cancer*, (108). (pp.458-464).
- Vásquez Nerimar. (2016). *Estudio de los extractos etanólicos de la hoja, tallo, y raíz de la Moringa*. [Tesis de pre-grado]. Tutor: Efrén Andrades. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Walton, H. y Reyes, J. (2021). *Análisis químico e instrumental moderno* (E. Casasas Simo, Trans.). Reverte.
- Vargas, L. y Kouznetsov, V. (2020). *Defensa química en la naturaleza: Aspectos químicos de las toxinas en plantas y animales terrestres*. Ediciones UIS.

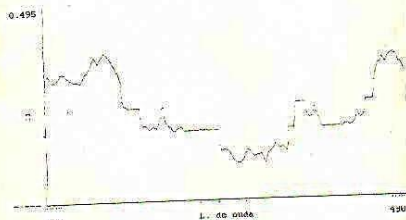
ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

Maiz 1/10
Asc 390-490

AJUSTE PARAMETROS
GENESYS 10 Bio v1.000 2P1H181001

Barrido de Exploración 8:08am 7Jul16
Nombre Análisis 2032015
Modo de medición Absorbancia
L.O. de inicio 390nm
L.O. final 490nm
Posicionador de Muestras Manual 6
Velocidad de Barrido Lento
#ID (0=OFF) 7
Impr aut Apag.



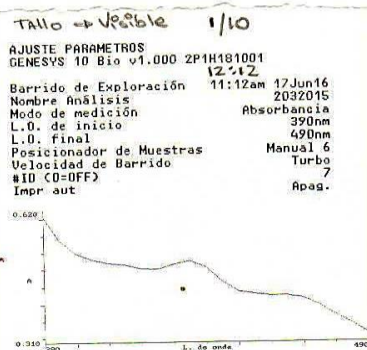
ID: 7

L. de onda Abs

390	0.485
391	0.486
392	0.485
393	0.485
394	0.486
395	0.487
396	0.486
397	0.485
398	0.485
399	0.485
400	0.485
401	0.486
402	0.487
403	0.488
404	0.489
405	0.488
406	0.489
407	0.489
408	0.489
409	0.488
410	0.487
411	0.485
412	0.484
413	0.483
414	0.483
415	0.482
416	0.482
417	0.481
418	0.481
419	0.480
420	0.481
421	0.480
422	0.481
423	0.482
424	0.481
425	0.480
426	0.480
427	0.480
428	0.481
429	0.480
430	0.480
431	0.480
432	0.480
433	0.480
434	0.480
435	0.480
436	0.478
437	0.479

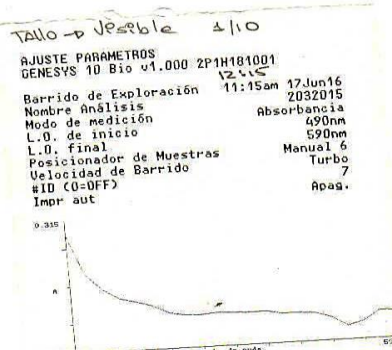
400	0.489
407	0.489
408	0.489
409	0.488
410	0.487
411	0.485
412	0.484
413	0.483
414	0.483
415	0.482
416	0.482
417	0.481
418	0.481
419	0.480
420	0.481
421	0.480
422	0.481
423	0.482
424	0.481
425	0.480
426	0.480
427	0.480
428	0.481
429	0.480
430	0.480
431	0.480
432	0.480
433	0.480
434	0.480
435	0.480
436	0.478
437	0.479
438	0.478
439	0.477
440	0.478
441	0.477
442	0.476
443	0.476
444	0.476
445	0.476
446	0.477
447	0.477
448	0.477
449	0.477
450	0.477
451	0.476
452	0.477
453	0.477
454	0.478
455	0.477
456	0.478
457	0.477
458	0.479
459	0.480
460	0.482
461	0.482
462	0.482
463	0.481
464	0.481
465	0.482
466	0.481
467	0.480
468	0.479
469	0.479
470	0.480
471	0.479
472	0.480
473	0.480
474	0.480
475	0.480
476	0.481
477	0.481
478	0.481
479	0.481
480	0.483
481	0.483
482	0.485
483	0.486
484	0.487
485	0.487
486	0.488
487	0.488
488	0.488
489	0.486
490	0.485

Maiz 1/10
Asc 390-490



ID: 7

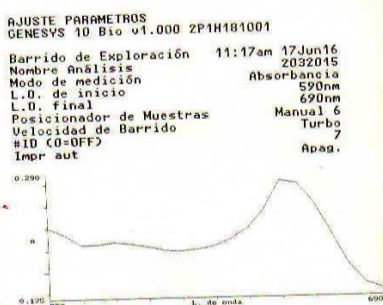
L. de onda	Abs
390	0.604
395	0.569
400	0.518
405	0.502
410	0.495
415	0.491
420	0.481
425	0.481
430	0.491
435	0.499
440	0.485
445	0.453
450	0.429
455	0.423
460	0.419
465	0.418
470	0.413
475	0.397
480	0.374
485	0.352
490	0.328



ID: 7

L. de onda	Abs
490	0.307
495	0.296
500	0.278
505	0.273
510	0.270
515	0.268
520	0.264
525	0.262
530	0.262
535	0.263
540	0.262
545	0.262
550	0.262
555	0.260
560	0.260
565	0.260
570	0.257
575	0.252
580	0.255
585	0.259
590	0.259

www.bdigital.ula.ve



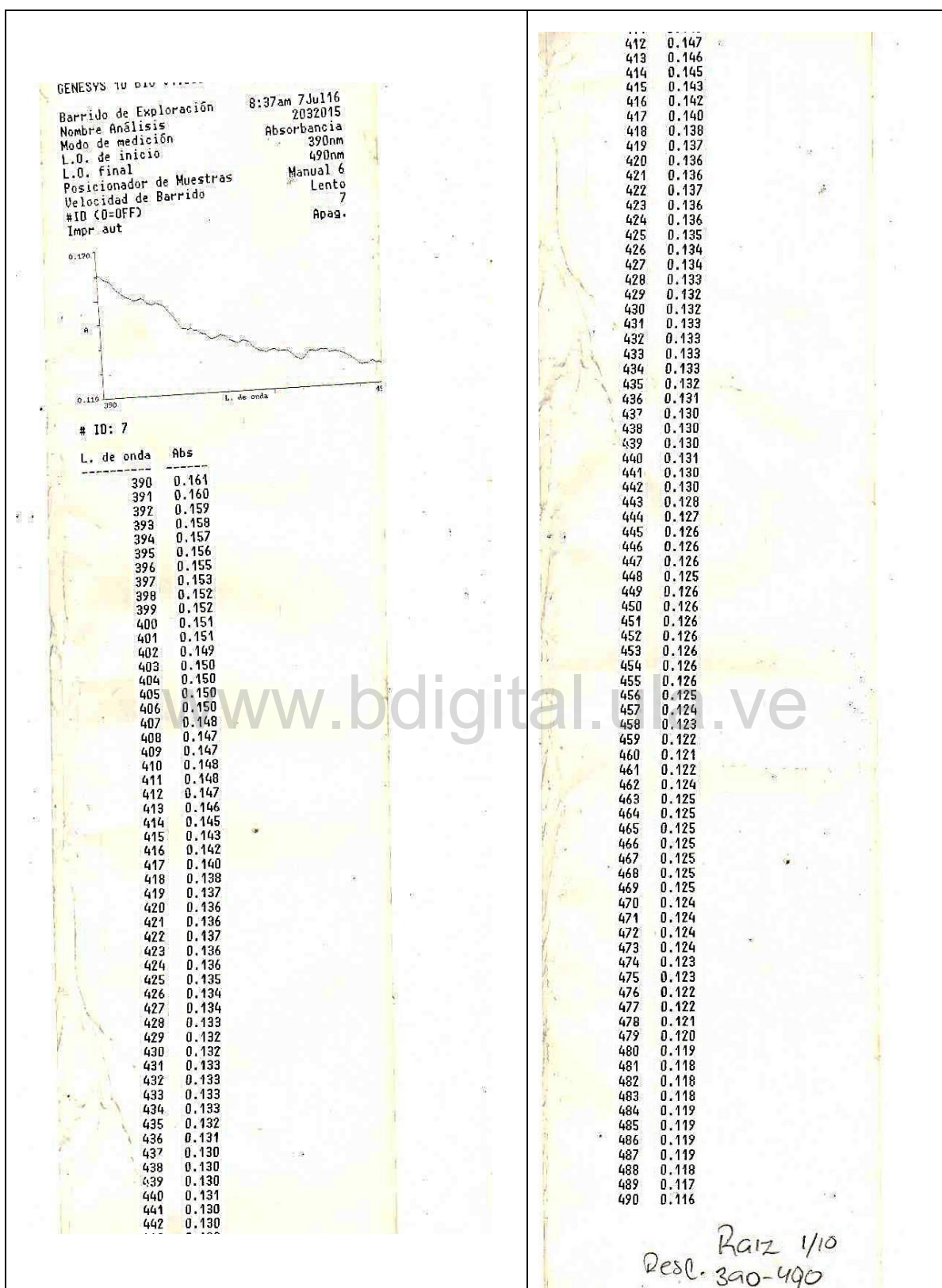
ID: 7

L. de onda	Abs
590	0.240
595	0.234
600	0.225
605	0.225
610	0.227
615	0.225
620	0.222
625	0.219
630	0.218
635	0.219
640	0.223
645	0.228
650	0.238
655	0.255
660	0.281
665	0.278
670	0.260
675	0.232
680	0.204
685	0.187
690	0.181



ID: 7

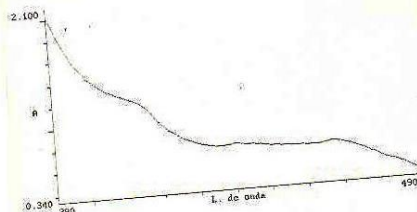
L. de onda	Abs
690	0.170
695	0.171
700	0.172
705	0.173
710	0.173
715	0.170
720	0.169
725	0.167
730	0.165
735	0.166
740	0.165
745	0.161
750	0.156
755	0.154
760	0.155
765	0.158
770	0.158
775	0.156
780	0.154
785	0.156
790	0.159





AJUSTE PARAMETROS
GENESYS 10 Bio v1.000 2PIH181001

Barrido de Exploración 10:03am 7Jul16
Nombre Análisis 2032015
Modo de medición Absorbancia
L.O. de inicio 390nm
L.O. final 490nm
Posicionador de Muestras Manual 6
Velocidad de Barrido Lento
#ID (0=OFF) 7
Impr aut Apag.



ID: 7

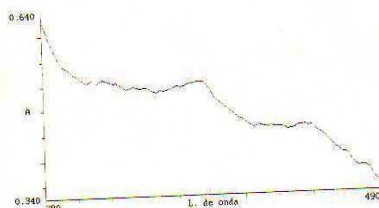
L. de onda	Abs
390	2.023
391	1.957
392	1.874
393	1.802
394	1.729
395	1.670
396	1.607
397	1.558
398	1.515
399	1.483
400	1.440
401	1.412
402	1.387
403	1.363
404	1.341
405	1.317
406	1.302
407	1.286
408	1.272
409	1.254
410	1.241
411	1.228
412	1.214
413	1.199
414	1.183
415	1.158
416	1.133
417	1.098
418	1.061
419	1.016
420	0.982
421	0.946
422	0.919
423	0.903
424	0.880
425	0.850
426	0.831
427	0.817
428	0.803
429	0.789
430	0.777
431	0.765
432	0.756
433	0.750
434	0.746
435	0.742
436	0.739
437	0.739
438	0.744
439	0.749
440	0.750
441	0.749
442	0.747
443	0.742
444	0.739
445	0.739
446	0.734
447	0.730
448	0.725
449	0.719
450	0.716
451	0.714
452	0.710
453	0.708
454	0.705
455	0.703
456	0.703
457	0.702
458	0.698
459	0.697
460	0.694
461	0.692
462	0.692
463	0.692
464	0.695
465	0.700
466	0.706
467	0.711
468	0.712
469	0.706
470	0.700
471	0.687
472	0.677
473	0.664
474	0.651
475	0.640
476	0.625
477	0.610
478	0.595
479	0.580
480	0.563
481	0.546
482	0.533
483	0.523
484	0.514
485	0.503
486	0.492
487	0.475
488	0.455
489	0.436
490	0.416

408	1.272
409	1.254
410	1.241
411	1.228
412	1.214
413	1.199
414	1.183
415	1.158
416	1.133
417	1.098
418	1.061
419	1.016
420	0.982
421	0.946
422	0.919
423	0.903
424	0.880
425	0.850
426	0.831
427	0.817
428	0.803
429	0.789
430	0.777
431	0.765
432	0.756
433	0.750
434	0.746
435	0.742
436	0.739
437	0.739
438	0.744
439	0.749
440	0.750
441	0.749
442	0.747
443	0.742
444	0.739
445	0.739
446	0.734
447	0.730
448	0.725
449	0.719
450	0.716
451	0.714
452	0.710
453	0.708
454	0.705
455	0.703
456	0.703
457	0.702
458	0.698
459	0.697
460	0.694
461	0.692
462	0.692
463	0.692
464	0.695
465	0.700
466	0.706
467	0.711
468	0.712
469	0.706
470	0.700
471	0.687
472	0.677
473	0.664
474	0.651
475	0.640
476	0.625
477	0.610
478	0.595
479	0.580
480	0.563
481	0.546
482	0.533
483	0.523
484	0.514
485	0.503
486	0.492
487	0.475
488	0.455
489	0.436
490	0.416

Nota: un poco
turbio

Hoja 1/10
1/3

Tallo visible 390-490 1/10
 Velocidad lento Ascendente
 AJUSTE PARAMETROS
 GENESYS 10 Bio v1.000 2P1H181001
 12:40 1:1
 Barrido de Exploración 11:10am 17Jun16
 Nombre Análisis 2032015
 Modo de medición Absorbancia
 L.O. de inicio 390nm
 L.O. final 490nm
 Posicionador de Muestras Manual 6
 Velocidad de Barrido Lento
 #ID (0=OFF) 7
 Impr aut Apag.



ID: 7

L. de onda	Abs
390	0.623
391	0.609
392	0.595
393	0.584
394	0.571
395	0.559
396	0.551
397	0.548
398	0.544
399	0.538
400	0.536
401	0.532
402	0.528
403	0.523
404	0.527
405	0.530
406	0.522
407	0.526
408	0.529
409	0.526
410	0.524
411	0.522
412	0.523
413	0.519
414	0.516
415	0.512
416	0.514
417	0.516
418	0.514
419	0.513
420	0.514
421	0.514
422	0.511
423	0.508
424	0.506
425	0.510
426	0.508
427	0.509
428	0.511
429	0.514
430	0.516
431	0.516
432	0.517
433	0.518
434	0.521
435	0.521
436	0.523
437	0.522
438	0.521
439	0.516
440	0.507
441	0.497
442	0.490

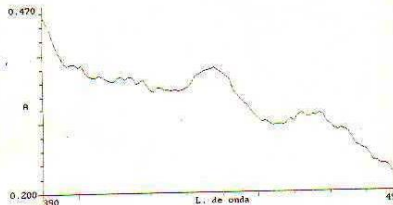
409	0.526
410	0.524
411	0.522
412	0.523
413	0.519
414	0.516
415	0.512
416	0.514
417	0.516
418	0.514
419	0.513
420	0.514
421	0.514
422	0.511
423	0.508
424	0.506
425	0.510
426	0.508
427	0.509
428	0.511
429	0.514
430	0.516
431	0.516
432	0.517
433	0.518
434	0.521
435	0.521
436	0.523
437	0.522
438	0.521
439	0.516
440	0.507
441	0.497
442	0.490
443	0.486
444	0.482
445	0.477
446	0.473
447	0.468
448	0.464
449	0.461
450	0.459
451	0.453
452	0.450
453	0.447
454	0.451
455	0.451
456	0.449
457	0.448
458	0.450
459	0.449
460	0.449
461	0.448
462	0.446
463	0.444
464	0.445
465	0.446
466	0.450
467	0.450
468	0.451
469	0.449
470	0.449
471	0.444
472	0.439
473	0.436
474	0.431
475	0.425
476	0.418
477	0.413
478	0.409
479	0.404
480	0.403
481	0.400
482	0.390
483	0.384
484	0.381
485	0.382
486	0.382
487	0.378
488	0.369
489	0.360
490	0.356

Tallo
 Ascendente
 390-490

Tallo → visible 1/10
Descendente desde 800

AJUSTE PARAMETROS 390-490
GENESYS 10 Bio v1.000 2P1H181001

11:28 1:2
Barrido de Exploración 11:28am 17Jun16
Nombre Análisis 2032015
Modo de medición Absorbancia
L.O. de inicio 390nm
L.O. final 490nm
Posicionador de Muestras Manual 6
Velocidad de Barrido Lento
#ID (0=OFF) 7
Impr aut Apag.



ID: 7

L. de onda	Abs
390	0.454
391	0.443
392	0.435
393	0.420
394	0.407
395	0.399
396	0.389
397	0.385
398	0.387
399	0.386
400	0.383
401	0.385
402	0.374
403	0.369
404	0.366
405	0.366
406	0.370
407	0.366
408	0.363
409	0.361
410	0.361
411	0.366
412	0.367
413	0.363
414	0.366
415	0.366
416	0.358
417	0.358
418	0.363
419	0.356
420	0.348
421	0.345
422	0.352
423	0.351
424	0.348
425	0.347
426	0.347
427	0.348
428	0.347
429	0.348
430	0.349
431	0.355
432	0.362
433	0.368
434	0.371
435	0.375
436	0.376
437	0.378
438	0.380
439	0.375
440	0.371
441	0.367
442	0.361

410	0.367
411	0.366
412	0.367
413	0.363
414	0.366
415	0.366
416	0.358
417	0.358
418	0.363
419	0.356
420	0.348
421	0.345
422	0.352
423	0.351
424	0.348
425	0.347
426	0.347
427	0.348
428	0.347
429	0.348
430	0.349
431	0.355
432	0.362
433	0.368
434	0.371
435	0.375
436	0.376
437	0.378
438	0.380
439	0.375
440	0.371
441	0.367
442	0.361
443	0.348
444	0.341
445	0.335
446	0.328
447	0.324
448	0.316
449	0.310
450	0.303
451	0.299
452	0.301
453	0.297
454	0.293
455	0.296
456	0.295
457	0.295
458	0.299
459	0.302
460	0.301
461	0.308
462	0.312
463	0.307
464	0.304
465	0.308
466	0.307
467	0.311
468	0.307
469	0.299
470	0.295
471	0.289
472	0.287
473	0.288
474	0.288
475	0.284
476	0.275
477	0.266
478	0.264
479	0.260
480	0.259
481	0.252
482	0.244
483	0.242
484	0.238
485	0.238
486	0.237
487	0.228
488	0.223
489	0.218
490	0.210

TALLO
Descendente
desde 800
390-490.