



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO
DE MELATONINA Y CAROTENOIDES EN CUATRO ESPECIES
VEGETALES (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*,
Lycopersicon esculentum Mill.) ANTE LA INFLUENCIA DEL
ESPECTRO DE LUZ LUNAR”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:
Sosa Benavides Sara Abigail

Tutora:
Morillo Acosta Marcela Janine

LATACUNGA – ECUADOR
Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Sosa Benavides Sara Abigail, con cédula de ciudadanía No. 1751235738, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum* Mill.) ante la influencia del espectro de luz lunar”, siendo la Astrónoma M.Sc. Marcela Janine Morillo Acosta, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Sara Abigail Sosa Benavides
Estudiante
CC: 1751235378

M.Sc. Marcela Janine Morillo Acosta
Docente Tutora
CC: 1719994392

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SOSA BENAVIDES SARA ABIGAIL**, identificada con cédula de ciudadanía **1751235738** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris L.*, *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum Mill.*) ante la influencia del espectro de luz lunar”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2018 - Agosto 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Astrónoma M.Sc. Marcela Janine Morillo Acosta

Tema: “Propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris L.*, *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum Mill.*) ante la influencia del espectro de luz lunar”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de agosto del 2022.

Sara Abigail Sosa Benavides
LA CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE MELATONINA Y CAROTENOIDES EN CUATRO ESPECIES VEGETALES (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum* Mill.) ANTE LA INFLUENCIA DEL ESPECTRO DE LUZ LUNAR”, de Sosa Benavides Sara Abigail, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

M.Sc. Marcela Janine Morillo Acosta

DOCENTE TUTORA

CC: 1719994392

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Sosa Benavides Sara Abigail, con el título del Proyecto de Investigación: **“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE MELATONINA Y CAROTENOIDES EN CUATRO ESPECIES VEGETALES (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris L.*, *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum Mill.*) ANTE LA INFLUENCIA DEL ESPECTRO DE LUZ LUNAR”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.
CC: 0502409725

Lector 2
Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.
CC: 0502329238

Lector 3
Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.
CC: 0501883920

AGRADECIMIENTO

"Mejor es adquirir sabiduría que oro; y adquirir inteligencia vale más que la plata" Prov. 16:16

Quiero empezar agradeciendo a Dios quien me ha dado sabiduría e inteligencia día tras día. Así mismo hacer un reconocimiento especial a mis dos hermanas Evelyn y Carina quienes han estado siempre presentes apoyándome durante toda mi carrera, y desde luego a la Master Marcela Morillo, mi tutora, por su apoyo incondicional en la realización del proyecto. También expresar gratitud a los ingenieros: Diana Toapanta y Carlos Torres quienes han contribuido con sus ideas en todo el proceso para la realización de la investigación. Además, agradecer a mi familia quienes siempre me han impulsado en todo momento a seguir adelante y esforzarme en el transcurso de la carrera.

Y finalmente a mis amigos con los que compartí mi proceso de estudios, Daniel, Isabel y Gabriela.

Sara Abigail Sosa Benavides

DEDICATORIA

A la memoria de mi amada madre que la llevo en mi corazón, siempre.

Sara

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE MELATONINA Y CAROTENOIDES EN CUATRO ESPECIES VEGETALES (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum* Mill.) ANTE LA INFLUENCIA DEL ESPECTRO DE LUZ LUNAR”,

AUTORA: Sosa Benavides Sara Abigail

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es una secuencia de dos proyectos realizados en la Universidad Técnica de Cotopaxi en los años 2021 – 2022, en los cuales se plantea mediante revisión bibliográfica identificar posibles factores astronómicos y meteorológicos que influyan en la fenología de las plantas. Se tomó en cuenta el análisis bibliográfico de los mencionados proyectos para continuar con la siguiente investigación. El trabajo tiene como objetivo plantear una nueva hipótesis de relación entre las variables melatonina y carotenoides en cuatro especies de plantas ante la influencia de la Luna y su espectro de luz, mediante la técnica de espectroscopía Raman. Además, de generar una propuesta metodológica para el estudio del comportamiento de las variables antes mencionadas. El proceso está sustentado con documentos bibliográficos, a través de la recopilación, identificación e interpretación de artículos científicos, de revisión, y libros, provenientes de bases de datos multidisciplinarias, en dos idiomas principales inglés y español. La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, contando con asesoramiento y futuro apoyo de la Universidad Yachay Tech. Como conclusión, se identificó que para el estudio del factor Luna y su espectro de luz se usa el comportamiento de genes en plantas, sin embargo, para este tipo de estudios el financiamiento es elevado. Por lo tanto, en esta investigación se propone la medición de melatonina y carotenoides debido a su sensibilidad a la luz, reemplazando el estudio de genes, y haciendo uso de la técnica de espectroscopía con el mecanismo Raman. Se propone esta metodología ya que ha sido ajustada a condiciones propias e identificando los instrumentos disponibles.

Palabras clave: Melatonina, Carotenoides, Luna, Raman, Plantas

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE STUDY OF MELATONIN AND CAROTENOIDS IN FOUR VEGETABLE SPECIES (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum* Mill.) UNDER THE INFLUENCE OF MOONLIGHT SPECTRUM"

AUTHOR: Sosa Benavides Sara Abigail

ABSTRACT

The research work is a two projects sequence made at the Cotopaxi Technical University in the 2021 – 2022 years, which it is proposed, through bibliographic review to identify possible astronomical and meteorological factors, what influence the plants phenology. It was taken into account the bibliographic analysis of aforementioned projects to continue with the following research. The work has as aim to propose a relationship new hypothesis between melatonin and carotenoid variables in four plant species faced the Moon influence and its light spectrum, using the Raman spectroscopy technique. Further, of generating a methodological proposal for the behavior study of aforementioned variables. The process is supported with bibliographic documents, through the collection, scientific articles identification and interpretation, reviews and books, from multidisciplinary databases, in two main languages, English and Spanish. The research was made at the Cotopaxi Technical University, with the advice and future support from Yachay Tech University. Into conclusion, it was identified, what it was used the genes behavior in the plants for the factor Moon study and its light spectrum; the analysis of gene; however, the funding for this study type is high. Therefore, this research, it is proposed the melatonin and carotenoids measurement, because their light sensitivity, replacing the genes study, and making spectroscopy technique use with the Raman mechanism. This methodology is proposed, since it has been adjusted to its own conditions and identifying the available instruments.

Keywords: Melatonin, Melatonin, Carotenoids, Moon, Raman, Plants

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	5
6.1 Objetivo General	5
6.2 Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1 Factor Astronómico	8
8.1.1 Luna	8

8.1.2	Características astronómicas y geofísicas de la Luna.....	9
8.1.3	Fases Lunares.....	11
8.1.4	La Luna, iluminancia y Fotosíntesis	12
8.2	La luz.....	13
8.2.1	Espectro de absorción.....	14
8.3	Planta.....	16
8.3.1	Melatonina	16
8.3.2	Biosíntesis de Melatonina	17
8.3.3	La melatonina en las plantas	19
8.3.4	Funciones: de la melatonina.....	21
8.3.5	Respuestas de las plantas al estrés por calor con relación a melatonina:	21
8.3.6	Ritmos de melatonina en las plantas	22
8.4	Carotenoides:	25
8.4.1	Clasificación de los carotenoides.....	25
8.5	Instrumento:.....	27
8.5.1	Raman.....	27
8.5.2	Técnica de espectroscopía Raman esquema	27
8.5.3	Medición de Carotenoides en tomate (<i>lycopersicum sculentum</i>)	31
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	32
10.	METODOLOGÍA.....	32
10.1	Definición del problema.....	33
10.2	Planificación.....	33
10.3	Desarrollo.....	33
10.3.1	Búsqueda de información en bibliotecas virtuales.....	33
10.3.2	Gestión bibliográfica:	33
10.3.3	Visitas de campo	33
10.3.4	Organización.....	33

10.4	Limpieza de la información	35
10.5	Finalización	35
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	35
11.1	Gráficas de información generadas a partir de la base de datos	36
11.2	Tablas específicas de cada variable	40
11.3	Herramientas de software Publish or Perish y VOSviewer	43
11.4	Diseño de la propuesta metodológica	46
11.4.1	Fases de la propuesta	46
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
13.	BIBLIOGRAFÍA	50
14.	ANEXOS	66
	Anexo 1. Carotenoides predominantes en diferentes tipos de plantas	66
	Anexo 2. Contenido de melatonina en diferentes tipo de plantas y alimentos	67
	Anexo 3. Base de datos Mendeley	76
	Anexo 4. Base de Datos Scopus	77
	Anexo 5. Visita Yachay	78
	Anexo 6. Aval de inglés	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	6
Tabla 2 Características, ritmos astronómicos y geofísicos de la Luna	9
Tabla 3 Fases Lunares	11
Tabla 4 Constantes geométricas y otros términos importantes para el cálculo de la irradiancia espectral lunar	12
Tabla 5 Relación de Melatonina y luz	19
Tabla 6 Plantas con mayor contenido de melatonina: fresa, tomate, menta piperita y Tomillo	24
Tabla 7 Estructura Tabla específica metodología	34
Tabla 8 Factores y Variables.....	34
Tabla 9 Estructura Tabla específica metodología	34
Tabla 10 Base de datos clasificación de la información por variable y factor	40
Tabla 11 Base de Datos clasificación de Metodología usada para medición de variables.....	41
Tabla 12 Base de Datos exportada a Excel obtenida de Publish or Perish	42
Tabla 13 Fases de la propuesta metodológica	46
Tabla 14 Descripción general de las tres fases de la propuesta	46
Tabla 15 Descripción Primera Fase de la Propuesta.....	47
Tabla 16 Costos de primera fase de la propuesta.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Etapas de la metodología.....	32
Gráfico 2 Flujoograma de la información analizada.....	35
Gráfico 3. Años de Publicación.....	36
Gráfico 4. Porcentaje para Tipo de Documento	37
Gráfico 5 Porcentaje de idioma por documento	37
Gráfico 6 Porcentaje del Área temática de la información.....	38
Gráfico 7 Cantidad de publicaciones por País.....	39
Gráfico 8. Porcentajes del índice h por publicación	40

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Irradiancia espectral lunar simulada	13
Imagen 2 Espectro electromagnético	15
Imagen 3 Estructura química Melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina)	17
Imagen 4 Esquema Biosíntesis de Melatonina	18
Imagen 5 Estructura Química de los compuestos presentes en la biosíntesis de melatonina ..	18
Imagen 6 Contenido de Melatonina en diferentes órganos de la planta	20
Imagen 7 Funciones de Melatonina en las plantas.....	21
Imagen 8 Niveles de melatonina en diferentes plantas en un fotoperíodo	23
Imagen 9 Ejemplos de carotenoides y algunas de sus fuentes	26
Imagen 10 Esquema sistema Raman	28
Imagen 11 Espectros FT-Raman de diferentes plantas	29
Imagen 12 Espectroscopía Raman contenido de carotenoides	30
Imagen 13 Espectro de Licopeno en Raman	31
Imagen 14 Herramienta de búsqueda Harzing's Publish or Perish	43
Imagen 15 Redes de información por países	44
Imagen 16 Acopilamiento bibliográfico-Coautoría	45

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris L.*, *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum Mill.*) ante la influencia del espectro de luz lunar”.

Fecha de inicio:

Abril 2022

Fecha de Finalización:

Agosto 2022

Lugar de ejecución:

Salache, Latacunga, Cotopaxi, Zona 3.

Facultad Académica que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Agronomía

Nombres de equipo de investigadores:

Tutora: M.Sc. Marcela Morillo Acosta

Responsable del Proyecto: Sosa Benavides Sara Abigail

Lector 1: Ing. Chasi Vizuite Wilman Paolo, Mg.

Lector 2: Ing. Torres Miño Carlos Javier, Ph.D.

Lector 3: Ing. Chancusig Francisco Hernan, Mg.

Área de Conocimiento:

Agronomía, Astronomía, Meteorología.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub línea de investigación de la Carrera:

Caracterización de la biodiversidad.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el siguiente trabajo de investigación se presenta una propuesta de metodología para estudiar las variables melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales (*Fragaria ananassa*, *Thymus vulgaris L.*, *Mentha piperita*, *Lycopersicon esculentum Mill.*) ante la influencia del espectro de luz de la Luna, identificando las diferentes fases lunares y el reflejo de la misma sobre las plantas. El instrumento principal a utilizar es el Raman Evolution Spectrometer Horiba Scientific, disponible en el laboratorio de la Escuela de Ciencias Físicas de la Universidad Yachay Tech ubicado en San Miguel de Urququí. Por medio de la recopilación y revisión de documentación bibliográfica se determinan las variables a medir: melatonina y carotenoides, se identifican las cuatro especies vegetales donde se estudiarán dichas variables y métodos usados en otras investigaciones como referencia.

El banco de datos bibliográficos y la propuesta metodológica permitirá a los próximos investigadores llevar a cabo este estudio de manera experimental y demostrar el comportamiento de melatonina y carotenoides en Raman frente al espectro de la luz de la Luna en las plantas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En nuestro país el manejo de los saberes ancestrales en la agricultura tanto local como regional ha sido una herramienta de producción agrícola que se ha transmitido de generación en generación manteniendo estas prácticas hasta la actualidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2021). En el uso de estos métodos ancestrales, la astronomía juega un rol fundamental expresada en calendarios lunares, libros, tradiciones, observaciones de cielo, catálogos astronómicos, etc.

Esta investigación es una secuencia de trabajo de dos proyectos de investigación realizados anteriormente en la Universidad Técnica de Cotopaxi 2021 – 2022, donde identifican mediante revisión bibliográfica posibles factores astronómicos y meteorológicos que se relacionen con la influencia en la fenología de las plantas. En el trabajo de titulación (Shuguli, 2022) se propone seguir generando nuevas hipótesis entre estos factores para identificar métodos científicos que sustenten el uso de estas prácticas ancestrales que se usan hasta la actualidad de manera

empírica en la Agronomía. Además, de no evidenciarse en ningún trabajo de investigación en Ecuador.

Por lo anterior mencionado, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal proponer una metodología para estudiar la incidencia del factor astronómico Luna y su espectro de luz, en cuatro especies vegetales, mediante la medición de las variables melatonina y carotenoides, identificadas como variables sensibles a la luz. El proceso está sustentado con documentación bibliográfica obtenida de fuentes secundarias. La propuesta metodológica permite continuar con la investigación de una manera experimental.

La incidencia de la Luna con respecto a las plantas, en agronomía se usa como un saber ancestral. “Las productoras y productores coinciden en que han adquirido los conocimientos de los efectos de la Luna en la agricultura; de sus ancestros, ellos comentan que esos conocimientos se han transmitido de generación en generación”. (Danelia et al., 2 C.E.) y como lo afirma (Vogt et al. 2022), la existencia de estas prácticas no se ha documentado sistemáticamente ni se ha presentado una justificación científica que explique las prácticas, por ejemplo: de cosecha basadas en la luna.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Dentro de los beneficiarios del presente proyecto de investigación se puede enumerar los siguientes: Estudiantes de la carrera de Agronomía, Investigadores, Comunidad científica.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Existe una falta de información bibliográfica que relacione el factor astronómico Luna y su incidencia en la fenología de las plantas, mediante el estudio de su espectro de luz. Este problema nos permite generar hipótesis de posibles métodos científicos que puedan respaldar el uso de prácticas ancestrales basadas en la Luna de manera experimental y científica. La falta de experimentación entre el factor astronómico Luna y la fenología de las plantas, no generan estudios a nivel científico, por lo tanto, son escasos y solo se puede evidenciar información basada en la experiencia de los agricultores a lo largo de los años.

Las respuestas de los productores tienen estrecha relación con su cosmovisión y elementos culturales, ya que ellos expresan que sus abuelos, padres, tíos, amigos siempre han tomado en cuenta las fases lunares para la realización de sus actividades pecuarias y agrícolas;

reconociendo esas fases como guía para cualquier trabajo a realizar es por eso que ellos continúan poniendo en práctica esas creencias (Danelia et al., 2 C.E.).

A nivel mundial se han evidenciado un número limitado de estudios relacionados con la influencia de la Luna en las plantas de manera científica. En Reino Unido, el científico Peter Barlow es uno de los investigadores que más ha contribuido con estudios referentes a la incidencia de la Luna y cambios que ocurren en la Tierra. Sin embargo, no trabaja con relaciones directas entre Luna – Plantas con referencia a los espectros de luz de la Luna. El Dr. Barlow aportó con estudios referentes a: la relación entre los movimientos de las hojas de las plantas y la variación de la marea lunisolar (Barlow, 2015); la marea lunar (Etide) que actúa como un factor externo que afecta a muchos fenómenos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Palareti et al., 2016), entre otros. Se puede concluir que la mayor parte de estudios de la Luna con referencia a la agronomía se han enfocado en las mareas lunisolares.

En América Latina, se encontró bibliografía basada en el conocimiento empírico con lo referente a la influencia de la Luna en las plantas, en las cuales no se evidencian investigaciones de carácter científico que aporten con información relevante a la comunidad científica. Por ejemplo, libros y manuales que recogen prácticas ancestrales en diferentes países donde simplemente las expresan como recopilación de información.

En una investigación realizada en México con respecto a la evolución astronómica del maíz, mencionan como materiales y métodos, elementos muy generales no aptos para medición en laboratorio como: “los planetas que le circundan denominados: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón (Miranda, 2012) para obtener resultados concluyentes como: edades astronómicas del maíz, cromosomas (Sistema Solar sin la Luna) = 4800 millones de años, sexo masculino (Sistema Solar sin la Luna) = 4800 millones de años, sexo femenino (Sistema Solar con la Luna) = 3600 millones (Miranda, 2012), lo cual no queda claro en metodología y uso de la investigación.

Por último, otro problema identificado es la falta de instrumentación y recursos. Las investigaciones realizadas a nivel de América Latina y refiriéndonos a Ecuador con relación a este tema son casi nulas. Se requieren mecanismos modernos de laboratorio y altos presupuestos para estudiar los fenómenos lunares antes mencionados. En esta investigación, se identificaron variables que se puedan medir acorde a la instrumentación que se tiene disponible.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Generar una propuesta metodológica para el estudio del comportamiento de la melatonina y carotenoides en cuatro especies de plantas ante la influencia de la Luna y su espectro de luz mediante la revisión de fuentes bibliográficas para el establecimiento de la propuesta.

6.2 Objetivos Específicos

- Recopilar documentación bibliográfica que sustente el estudio de las variables melatonina y carotenoides, sus métodos de medición e instrumentación, en cuatro especies de plantas tomate (*Lycopersicon esculentum*), (*Mentha piperita*), tomillo (*Thymus vulgaris L.*), fresa (*Fragaria ananassa*) identificadas bibliográficamente.
- Identificar conceptos, características y métodos de medición de las variables melatonina y carotenoides por medio del análisis y revisión de la información bibliográfica recopilada, para la definición de las especies e instrumentación a usar.
- Diseñar una propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales ante la influencia del espectro de luz lunar.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Recopilar documentación bibliográfica que sustente el estudio de las variables melatonina y carotenoides, sus métodos de medición e instrumentación, en cuatro especies de plantas tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>), (<i>Mentha piperita</i>), tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>), fresa (<i>Fragaria ananassa</i>) identificadas bibliográficamente.	Búsqueda de información con respecto a la Luna y su espectro de luz en sus diferentes fases, procesos fisiológicos de las plantas en diferentes longitudes de onda, incidencia de la luminosidad lunar en las plantas.	Base de Datos	Tabla de referencias bibliográficas en el gestor Mendeley
	Recopilación de documentos: artículos científicos y artículos de revisión, libros, entre otros, mediante el uso de diferentes bases de datos multidisciplinarias como Scopus, Google Scholar, Science Direct, Miar, etc.		
	Clasificación de documentación de acuerdo a su relevancia.		
Identificar conceptos, características y métodos de medición de las variables melatonina y carotenoides por medio del análisis y revisión de la información bibliográfica recopilada, para la definición de las especies e instrumentación a usar.	Revisión y análisis de documentación bibliográfica identificando variables, métodos e instrumentación.	Base de datos específica	Tablas de Excel
	Elaboración de tablas y clasificación de la información de acuerdo a las variables.		
Diseñar una propuesta metodológica para el estudio de melatonina y carotenoides en cuatro especies vegetales ante la influencia del espectro de luz lunar.	Identificación de las especies vegetales e instrumentación a usar para la medición de las variables melatonina y carotenoides a partir de sustentación bibliográfica.	Propuesta escrita	Fotografías, diseño de la propuesta documentada
	Visitas de campo a las instalaciones de Yachay Tech (Laboratorios de la Escuela de Ciencias Físicas y Nanotecnología y Escuela de Ciencias Químicas e		

	<p>Ingeniería) para la identificación de instrumentación disponible.</p> <p>Identificación de métodos usados para la medición de las variables melatonina y carotenoides en las especies propuestas con el uso del instrumento disponible (sustentación bibliográfica).</p>	
	<p>Escritura de la propuesta.</p>	

Fuente: Autor

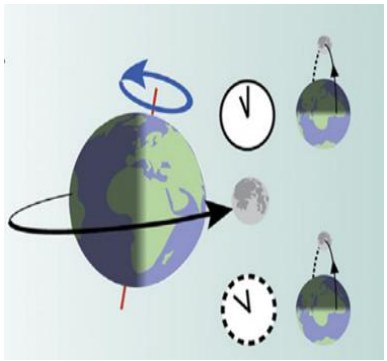
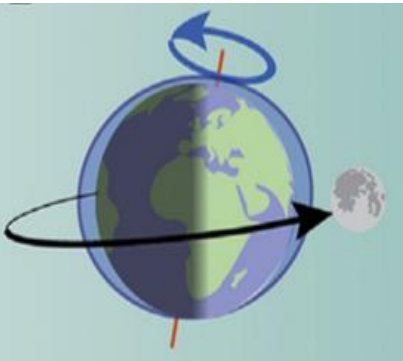
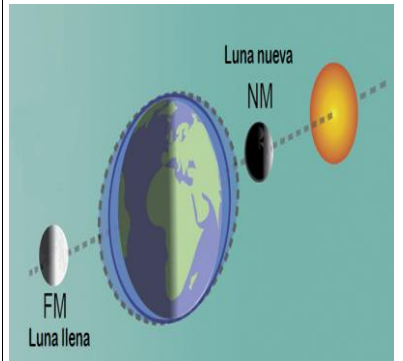
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Factor Astronómico

8.1.1 Luna

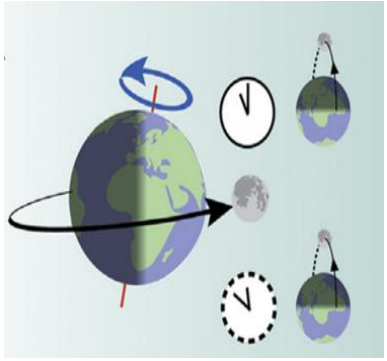
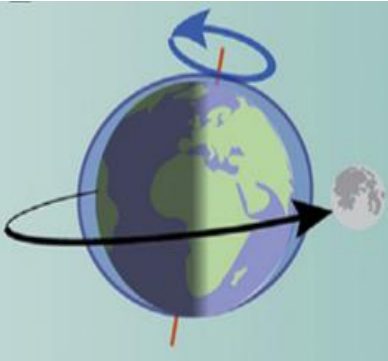
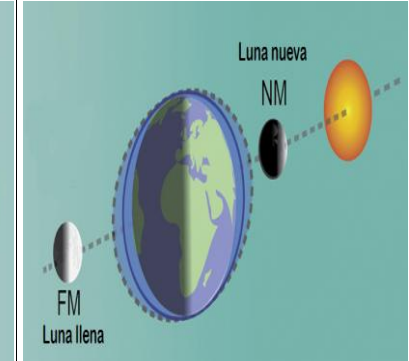
Aunque la Luna es nuestro vecino celestial más cercano, sorprendentemente se han realizado pocos estudios para caracterizar su brillo absoluto con respecto a la variedad espacial de la superficie, el contenido espectral y la variación con la geometría de la iluminación. (Kieffer & Stone, 2005)

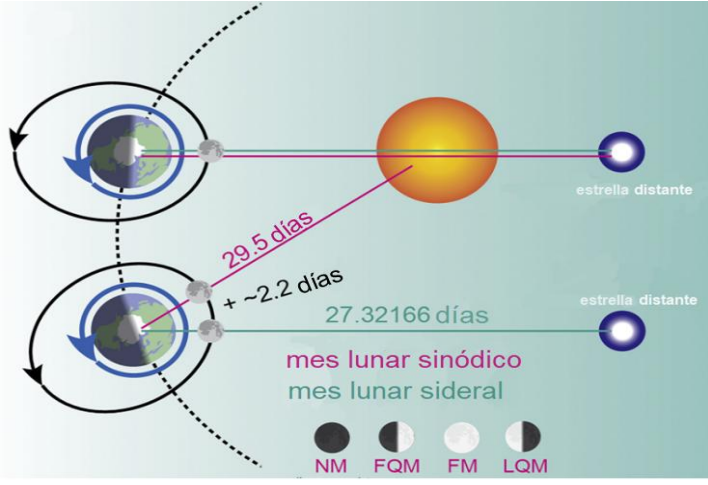
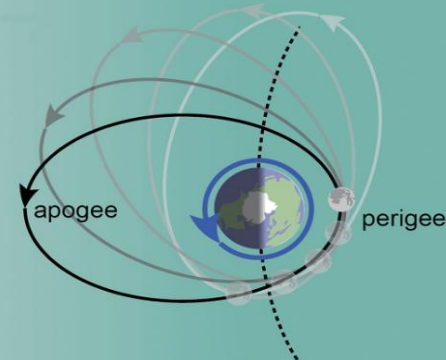
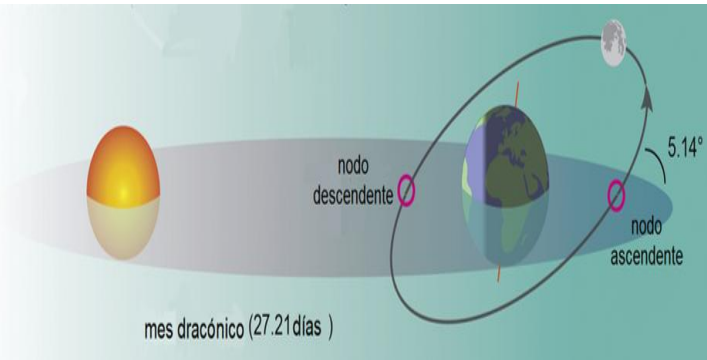
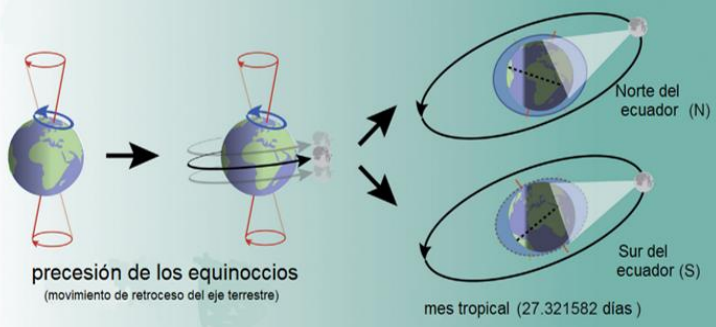
Características:

Características, ritmos astronómicos y geofísicos de La luna		
Ciclo lunidiano o día lunar	Ciclo de las mareas	Ciclo semilunar
		
Dos pasos consecutivos de la luna a través de su altura máxima en el cielo (pasos meridianos o posición sur).	Da forma a la ritmicidad de las mareas, subiendo los niveles de agua aumentan dos veces al día en dos lugares opuestos de la Tierra, uno de los cuales es el más cercano a nuestro satélite.	La alineación de la Luna, la Tierra y el Sol potencian las variaciones de las mareas, creando ciclos de mareas vivas (durante FM y NM) y muertas (durante FQM y LQM).
La Luna orbita la tierra en la misma dirección de rotación de la tierra, dura 24.8 h.	Su ciclo dura 12.4 h	Dura ~14,8 días, la mitad de un ciclo sinódico lunar.

8.1.2 Características astronómicas y geofísicas de la Luna

Tabla 2 Características, ritmos astronómicos y geofísicos de la Luna

Características, ritmos astronómicos y geofísicos de la Luna		
Ciclo lunidiano o día lunar	Ciclo de las mareas	Ciclo semilunar
		
<p>Dos pasos consecutivos de la luna a través de su altura máxima en el cielo (pasos meridianos o posición sur).</p>	<p>Da forma a la ritmicidad de las mareas, subiendo los niveles de agua aumentan dos veces al día en dos lugares opuestos de la Tierra, uno de los cuales es el más cercano a nuestro satélite.</p>	<p>La alineación de la Luna, la Tierra y el Sol potencian las variaciones de las mareas, creando ciclos de mareas vivas (durante FM y NM) y muertas (durante FQM y LQM).</p>
<p>La Luna orbita la tierra en la misma dirección de rotación de la tierra, dura 24.8 h.</p>	<p>Su ciclo dura 12.4 h</p>	<p>Dura ~14,8 días, la mitad de un ciclo sinódico lunar.</p>









Meses sinódicos y siderales	
	<p>Mes Sinódico: representa el tiempo que tarda la luna en completar una revolución alrededor de la tierra en relación con el sol. La duración de este ciclo es de ~29,5 días. (Andreatta & Tessmar-Raible, 2020)</p> <p>Determina los cambios tanto en la intensidad de la luz de la luna (fases lunares) como en la fuerza de las mareas (ciclos de mareas vivas y muertas). (Andreatta & Tessmar-Raible, 2020)</p> <p>Mes sideral: 27,32166 días, el tiempo que requiere una revolución lunar alrededor de nuestro planeta con respecto a las estrellas de fondo. (Andreatta & Tessmar-Raible, 2020)</p>
Apogeos y perigeos	Mes dracónico
	
<p>La Luna pasa por dos puntos destacados. El punto más cercano a la Tierra de dicha órbita se denomina perigeo. En ese punto la Luna presenta un tamaño ligeramente mayor que cuando está en el apogeo, el punto más lejano a la Tierra de su órbita. (Cheon, 2018)</p>	<p>El plano definido por la órbita de la luna está inclinado ($5,14^\circ$) en comparación con el plano que interseca al sol y la tierra. Los dos puntos en que la luna cruza este último plano se llaman nodos, y el período que tarda la luna en cruzar dos veces el mismo nodo representa el mes dracónico. (Coughenour et al., 2009)</p>
	<p>Mes tropical: La rotación del eje de la tierra en el sentido de las agujas del reloj afecta la trayectoria relativa de la luna en el cielo (declinación). Por lo tanto, periódicamente, la luna se enfrenta a una parte de la tierra más al norte o al sur en relación con el ecuador, y esto afecta tanto a la intensidad de la luz de la luna como a las mareas. (Coughenour et al., 2009)</p>

Fuente: (Andreatta & Tessmar-Raible, 2020; Cheon, 2018; Coughenour et al., 2009)

Elaboración: Autor

8.1.3 Fases Lunares

Tabla 3 Fases Lunares

Luna nueva	Luna creciente	4° creciente	Gibosa creciente
Esta es la fase invisible de la Luna, con el lado iluminado de la Luna frente al Sol y el lado nocturno frente a la Tierra.	Parte iluminada de la luna en forma de una tajada curva o “c” invertida.	La Luna ha recorrido un cuarto de su órbita y desde la tierra vemos la mitad iluminada. las rectas que respectivamente unen a la tierra con la luna y el sol forman un ángulo de 90°.	3 o 4 días después del 1° cuarto el sol ilumina casi toda la cara más próxima de la luna hacia la Tierra.
			
Luna Llena	Gibosa menguante	4° menguante	Luna menguante
El sol ilumina totalmente la cara de la luna más próxima a la tierra entonces vemos una luna llena. Este periodo también es conocido como el momento en que la luna se halla en oposición, es decir, la tierra se encuentra entre la Luna y el Sol.	Es el momento cuando la luna comienza a “encogerse” o a menguar pocos días después del plenilunio.	La luna esta nuevamente en cuadratura formando un ángulo de 90°, esta vez por el lado opuesto al anterior y el astro va tomando la forma de una “c”.	Es el momento antes del nuevo ciclo hacia el siguiente novilunio.
			

Fuente: (Cheon, 2018; NASA Science, 2021)

Elaboración: Autor

8.1.4 La Luna, iluminancia y Fotosíntesis

Iluminancia

La iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Su unidad en el Sistema Internacional (SI) es el lux: $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$. La iluminancia de la Luna varía de 0,001 lx en Luna nueva a 0,25 lx en Luna llena, pasando por los 0,01 lx de cuarto creciente o menguante. (Solbes et al., 2021)

Es conocido el papel de la luz en la fotosíntesis. Pero según la tabla de iluminancias, el mínimo de luz solar en un día medio es de 32.000 lx y el máximo de 100.000 lx, es decir, la iluminación máxima de la Luna llena en una noche clara es 128.000 veces menor que el mínimo de la luz solar en un día promedio, o 400.000 veces menor que el máximo. Nuevamente, el efecto de la Luna sobre la Tierra, considerando en este caso la iluminancia, es despreciable respecto de la del Sol. (Solbes et al., 2021)

Irradiancia lunar

La irradiancia lunar varía drásticamente según la fase lunar variable (Luna nueva a Luna llena) y Sol/Tierra/ Luna geometría sobre las estaciones y el curso del ciclo lunar. (Miller & Turner, 2009)

Constantes geométricas y otros términos importantes para el cálculo de la irradiancia espectral lunar

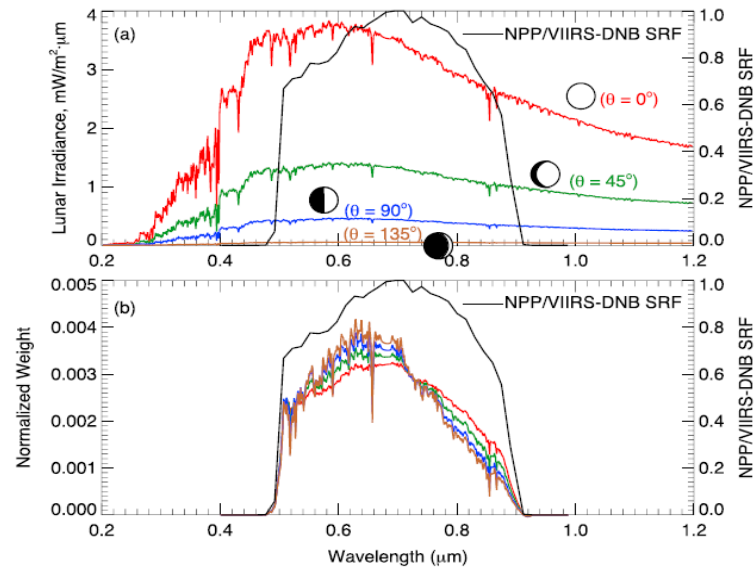
Tabla 4 Constantes geométricas y otros términos importantes para el cálculo de la irradiancia espectral lunar

Parámetro	Símbolo	Valor/unidades
Radio solar	r_s	695,508 km
Radio de la Luna	r_m	1737.4 km
Radio de la Tierra (Línea Ecuatorial)	r_e	6378.14 km
Distancia perigeo Luna/Tierra	$R_{me,p}$	356,371 km
Distancia Apogeo Luna/Tierra	$R_{me,a}$	406,720 km
Distancia Sol/Tierra Perihelio	$R_{se,p}$	147,088,067.2 km
Distancia Sol/Tierra Afelio	$R_{se,a}$	152,104,233.4 km
Unidad astronómica	AU	149,597,870.7 km

Radio medio Sol/Tierra	R_{se}	149,598,022.6 km
Radio medio Luna/Tierra	R_{me}	384,401 km
Albedo visual lunar	α	0.116; $0.10S < \alpha < 0.125$
Irradiación solar total	E_o	1361 W-m-2 (at IAU)

Fuente:(Miller & Turner, 2009)

Imagen 1 Irradiancia espectral lunar simulada



Fuente: (a) Irradiancias espectrales simuladas en ángulos de fase lunar $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ y 135° (b) sus correspondientes valores de ponderación normalizados de DNB. (Miller & Turner, 2009)

8.2 La luz

La luz es una onda electromagnética transversal, formada por campos eléctricos y magnéticos oscilantes perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación de la luz. La luz se mueve a una velocidad de $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. La longitud de onda (λ) es la distancia entre dos crestas sucesivas de la onda. (Taiz & Zeiger, 2002).

La luz también es una partícula, que denominamos fotón. Cada fotón contiene una cantidad determinada de energía que se denomina cuanto. La energía contenida en la luz no es un continuo, sino que se encuentra en unidades discretas, los cuantos. La energía (E) de un fotón depende de la frecuencia de la luz de acuerdo con la ley de Planck: $E = h\nu$. (Taiz & Zeiger, 2002)

La luz es una señal de desarrollo importante que genera una señal inicial al absorber un fotón de luz visible, transmite esta señal a través de vías moleculares y metabólicas elaboradas y, en última instancia, modifica el "comportamiento" de las plantas: influye en aspectos críticos del desarrollo, la morfología y metabolismo.(Möglich et al., 2010)

La luz que modificará el comportamiento es absorbida directamente por moléculas de proteínas conocidas como fotorreceptores de señalización o, más simplemente, como fotorreceptores.(Möglich et al., 2010)

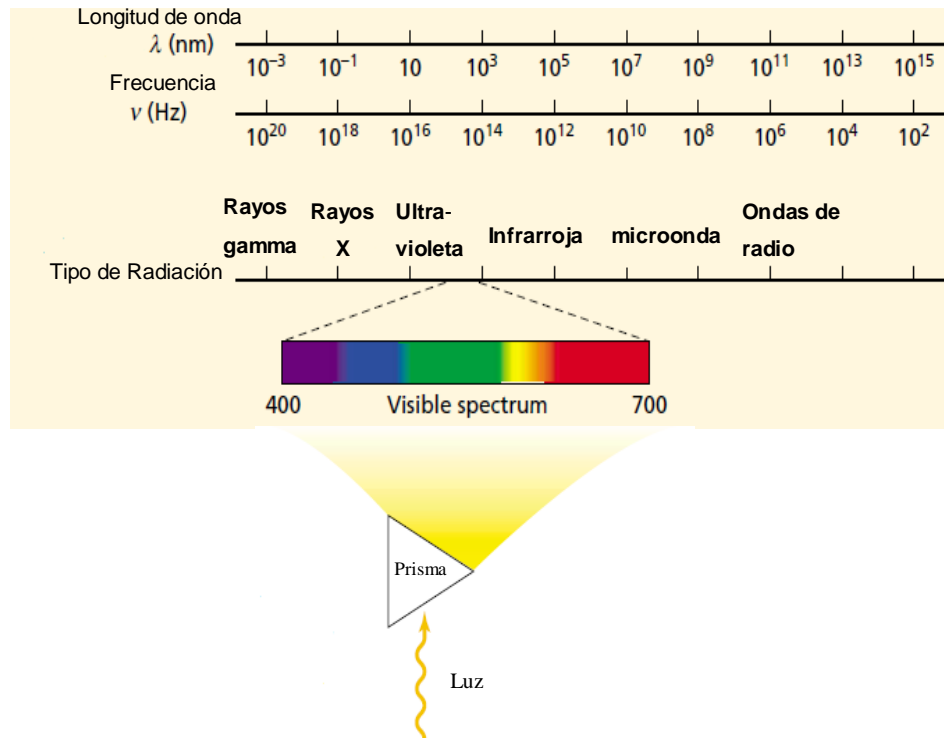
8.2.1 Espectro de absorción

El espectro de absorción muestra la cantidad de energía luminosa captada o absorbida por molécula o sustancia en función de la longitud de onda de la luz. (Taiz & Zeiger, 2002)

Espectro electromagnético

El espectro electromagnético La longitud de onda (λ) y la frecuencia (ν) son inversamente proporcionales. Nuestros ojos son sensibles sólo a la radiación en una estrecha franja de longitudes de onda, la región visible, que se extiende desde unos 400 nm (violeta) hasta unos 700 nm (rojo). La luz de longitud de onda corta (alta frecuencia) tiene un alto contenido energético, mientras que la luz de longitud de onda larga (baja frecuencia) tiene un bajo contenido energético(Taiz & Zeiger, 2002)

Imagen 2 Espectro electromagnético



Fuente: (Taiz & Zeiger, 2002)

Fotorreceptores:

Las plantas han desarrollado sistemas de fotorreceptores únicos para mediar las respuestas a la luz en respuesta a longitudes de onda amplias desde el ultravioleta-B (UV-B) (~350 nm) hasta la luz roja lejana (~750 nm). (Kong & Okajima, 2016) (Möglich et al., 2010) En las plantas, se han identificado muchos tipos de fotorreceptores el fitocromo (phy), el criptocromo (cry) y la fototropina (phot) se conocen como los principales receptores de luz roja/roja lejana y azul, respectivamente. (Kong & Okajima, 2016)

Los fotorreceptores contienen un componente orgánico no proteico conocido como cromóforo, con la excepción del receptor UVB (De Wit et al., 2016), que sirve como sitio principal de absorción de fotones. La presencia de cromóforos permite aplicar con éxito diversas formas de espectroscopia UV/visible. (Möglich et al., 2010). En lugar de cromóforo el receptor UVB UVR8 utiliza un residuo específico de triptófano de la propia proteína para absorber los rayos UVB (De Wit et al., 2016)

Pigmentos fotosintéticos

La clorofila actúa en la absorción, transmisión y conversión de la energía luminosa, y el contenido y la composición de la clorofila afectan directamente la capacidad fotosintética de las hojas.(Tan et al., 2022)

Los carotenoides transfieren energía a la clorofila para la fotosíntesis y protegen la clorofila de la fotooxidación. El contenido de pigmento fotosintético representa la capacidad fotosintética de las plantas Al igual que el contenido de clorofila, el contenido de carotenoides también varía de una planta a otra. (Tan et al., 2022)

8.3 Planta

8.3.1 Melatonina

Descubrimiento

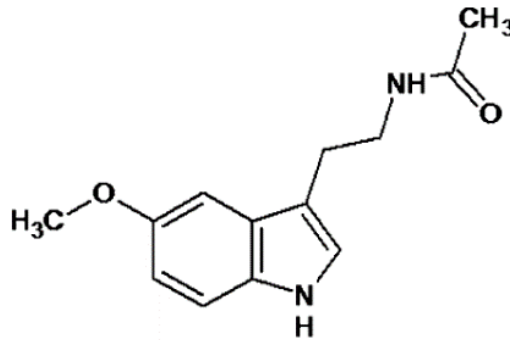
La melatonina se consideró inicialmente como una molécula de señalización que solo se encontraba en animales, pero a medida que surgieron más pruebas, se reconoció que es una molécula filogenéticamente antigua. Su presencia puede atribuirse a bacterias fotosintéticas primitivas, algas rojas y verdes, hongos y plantas.(D. X. Tan, 2015)

En 1958 el químico Lerner y otros científicos identificó la melatonina mediante el estudio de la glándula pineal en bovinos (Lerner et al., 1958). Según (Sharif et al., 2018) “ en las plantas superiores, la melatonina se descubrió por primera vez en 1993 en la gloria de la mañana de la hiedra Convolvulaceae (Farbitis nula, sin. IpomoeanilL.) y en frutos de tomate (Solanum lycopersicum L.)” sin embargo las publicaciones se realizaron en 1995. Se identificó por primera vez en plantas en 1995 (Back et al., 2016).

El nombre común que se le dio a esta molécula fue melatonina debido a su capacidad para provocar la agregación de gránulos de pigmento (melanina) en los cromatóforos de la piel de los anfibios y al hecho de que durante su conversión de triptófano uno de los intermediarios es la 5-hidroxitriptamina (serotonina).(Nawaz et al., 2016)

Definición: La melatonina es un compuesto indólico (indolamina biogénica) relacionado estructuralmente con otras sustancias importantes, como: la serotonina, el ácido indol-3-acético (IAA), etc.(Arnao & Hernández-Ruiz, 2006)

Imagen 3 Estructura química Melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina)



Fuente: (Park, 2011)

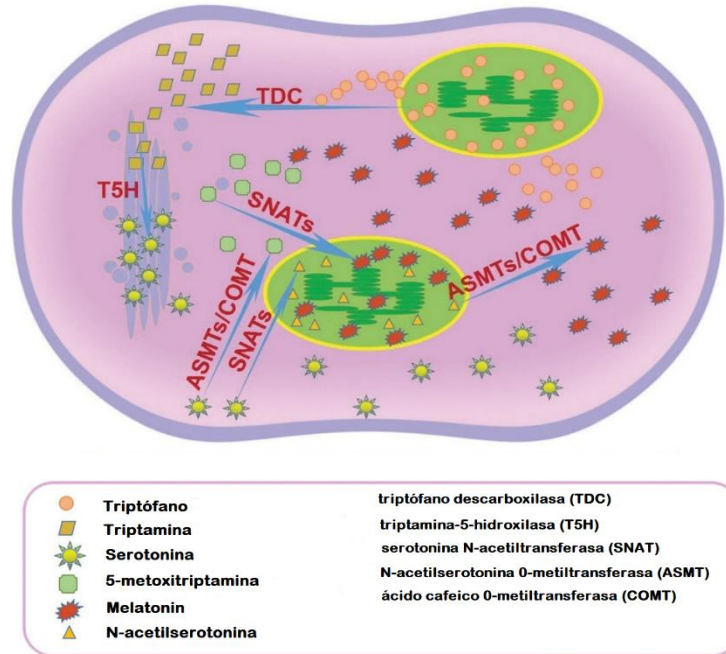
Actúa como una neurohormona, secretada por la glándula pineal al líquido cefalorraquídeo y al torrente sanguíneo. Esta indolamina contribuye de manera relacionada a la regulación de muchos eventos fisiológicos, como los ritmos circadianos, el sueño, el estado de ánimo, la temperatura corporal, el apetito y la conducta sexual, entre esos otros eventos.(Arnao & Hernández-Ruiz, 2015)

Esta molécula tiene un peso molecular de 232 Daltons y se sintetiza a partir del triptófano como precursor (Reiter, 1991 como se citó en Cheng et al., 2021).

8.3.2 Biosíntesis de Melatonina

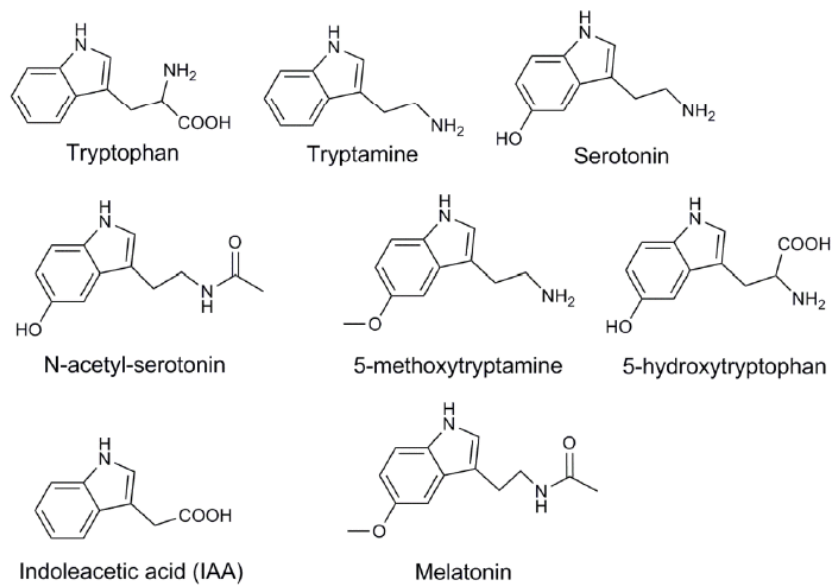
Existen 2 vías: triptófano/triptamina/serotonina/N-acetilserotonina/melatonina, que ocurre en condiciones normales de crecimiento y la otra vía es: triptófano/ triptamina/serotonina/5-metoxitriptamina/melatonina, que puede ocurrir cuando las plantas producen grandes cantidades de serotonina, por ejemplo, durante la senescencia.(Back et al., 2016)

Imagen 4 Esquema Biosíntesis de Melatonina



Fuente: (Cheng et al., 2021)

Imagen 5 Estructura Química de los compuestos presentes en la biosíntesis de melatonina



Fuente: (Fan et al., 2018)

8.3.3 La melatonina en las plantas

Es una hormona importante que juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Hassan et al., 2022). Está presente en diferentes partes de todas las especies vegetales estudiadas, incluyendo hojas, tallos, raíces, frutos y semillas (Arnao & Hernández-Ruiz, 2006).

La concentración de melatonina en los tejidos vegetales oscila ampliamente entre picogramos y microgramos por gramo de tejido (Cheng et al., 2021). A niveles elevados, puede prevalecer la propiedad común y presumiblemente antigua como antioxidante.

En varias plantas, su formación se regula positivamente por la luz visible y/o ultravioleta. En las plantas, sin embargo, la información sobre la melatonina en el fotoperiodismo es insignificante. Los aumentos de esta fitohormona a menudo son inducidos por temperaturas altas o bajas y varios otros factores estresantes, como la sequía, la salinidad y las toxinas químicas. (Hardeland, 2015)

Tabla 5 Relación de Melatonina y luz

Planta		Tratamiento o causa ambiental	Referencias
Nombre común	Nombre Científico		
Regaliz	<i>Gliciriza uralensis</i>	Exposición de las plantas a la luz roja, azul o blanca; aumentos de Mel observados en raíces	Afreen et al., 2006
Lupino, Altramuz blanco	<i>Lupinus albus</i>	6 °C hasta 36 h; aumento de MT en raíces	Arnao and Hernández-Ruiz, 2013
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Plántulas expuestas a diversas temperaturas altas, hasta 55 °C; aumenta especialmente en la ectofase; efectos antagonizados por la luz alta en la fotofase	Byeon and Back, 2013
Jacinto de agua, lirio acuático	<i>Eichhoriza crassipes</i>	Las plantas a plena luz del sol tienen una Mel más alta (alrededor de 16 veces) que las plantas con iluminación de laboratorio	Tan et al., 2007
Fresa	<i>Fragaria vesca</i>	Las frutas de cultivo egipcio expuestas a intensidades de luz UV/visible altas tienen una Mel elevada.	Badria, 2002
plantas medicinales alpinas		Las plantas expuestas a luz ultravioleta alta y luz visible en el entorno natural exhiben niveles elevados de Mel, en comparación con plantas (de la misma especie o especies relacionadas) en otras zonas.	Caniato et al., 2003

Fuente: (Hardeland, 2015)

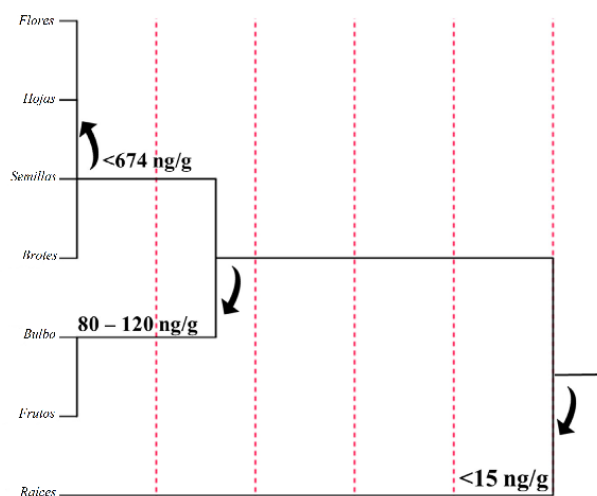
Contenido en diferentes órganos de la planta:

Estudios exitosos permitieron acumular información sobre la presencia de melatonina en plantas y sus posibles funciones fisiológicas, así como métodos de extracción adaptados a las plantas .(Arnao & Hernández-Ruiz, 2015)

La melatonina en las plantas ha sido detectada por varios métodos que incluyen radioinmunoensayo (RIA), ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA), cromatografía de gases-masa espectrometría (GS-MS), y alto rendimiento líquido cromatografía (HPLC) con detección electroquímica (HPLC-ECD), detección de fluorescencia (HPLC-FD) o HPLC-MS.(Nawaz et al., 2016)

Según (Nawaz et al., 2016) el método de detección podría ser la fuente de variación en las concentraciones de melatonina entre las especies de plantas. Este problema debe abordarse. Los órganos de la planta con mayor contenido de melatonina son las flores, con un contenido promedio igual a 694,08 ng/g, seguidas inmediatamente por las hojas y las semillas que registran un valor de fitomelatonina similar, pero con una desviación estándar mayor, los frutos contenían bajo contenido de fitomelatonina (89,05 ng/g) con respecto a otros tejidos.(Mannino et al., 2021)

Imagen 6 Contenido de Melatonina en diferentes órganos de la planta

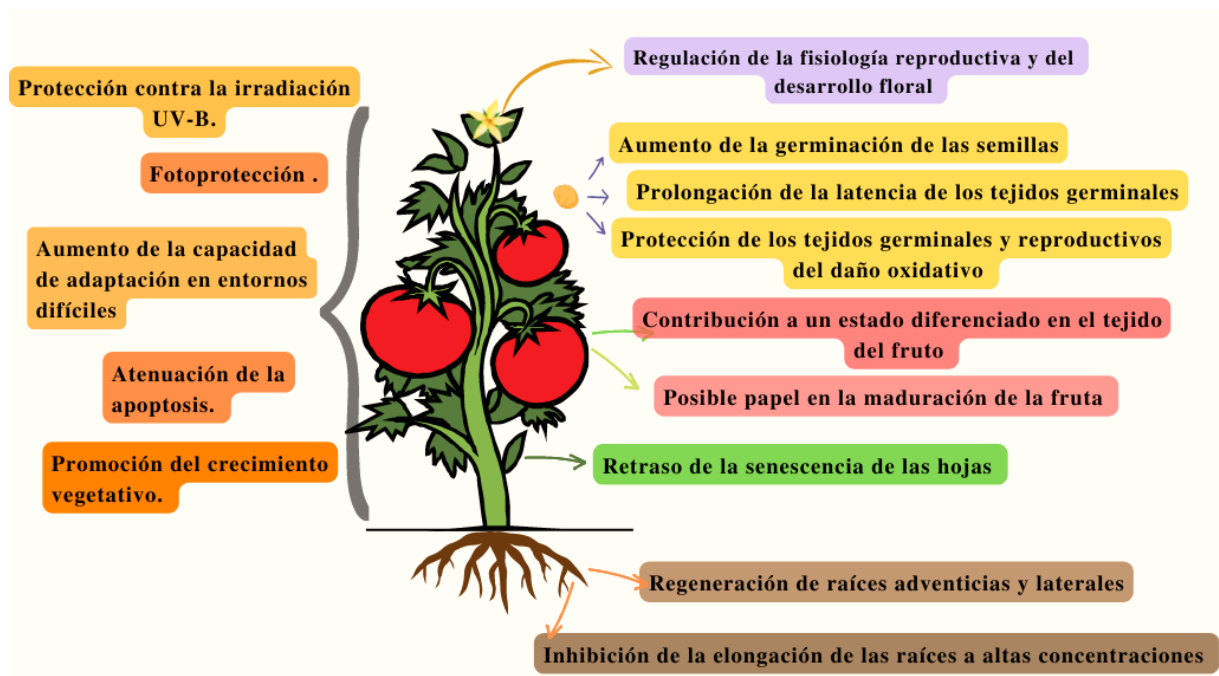


Fuente:(Mannino et al., 2021)

8.3.4 Funciones: de la melatonina

La melatonina es una molécula esencial para proteger a las plantas de los factores estresantes abióticos y bióticos. Muchos estudios muestran que la melatonina aplicada exógenamente o producida endógenamente mejora significativamente la tolerancia de las plantas a los factores estresantes abióticos, incluidas las temperaturas frías o calientes, la salinidad, la sequía, el riego excesivo, la radiación ultravioleta y los contaminantes químicos o metálicos en el agua y los suelos. (D. X. Tan, 2015)

Imagen 7 Funciones de Melatonina en las plantas



Fuente: (Paredes et al., 2009)

8.3.5 Respuestas de las plantas al estrés por calor con relación a melatonina:

Las plantas son organismos sésiles expuestos a diferentes estreses abióticos que afectan negativamente su crecimiento y desarrollo. HS (heat stress) estrés por calor, es un estrés abiótico grave que tiene impactos nocivos en las plantas durante su ciclo de vida e induce

diversos cambios morfológicos en las plantas, incluyendo la quema de tallos y hojas, quemado de hojas, decoloración de frutos, enrollamiento de hojas, senescencia, abscisión, clorosis y necrosis.(Hassan et al., 2022)

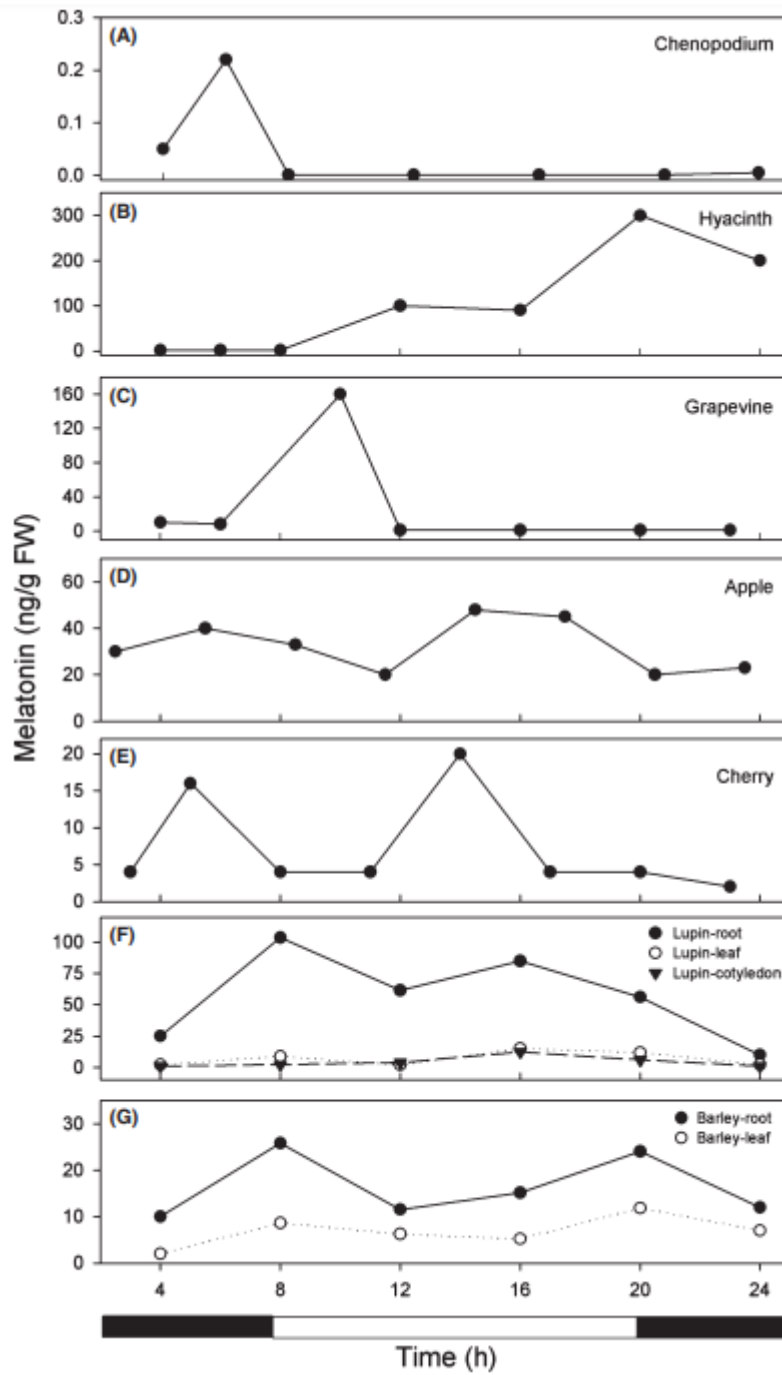
La Melatonina desempeña un papel importante para la eliminación de radicales libres ROS (Especies Reactivas del Oxígeno), así como proteger y mejorar el sistema fotosintético del estrés oxidativo. Mejora la eficiencia de la fotosíntesis de las plantas bajo estrés por HS, aumenta disminuye la apertura de los estomas, promueve la síntesis de clorofila, actividad RuBisCo y eficiencia fotosintética (PS-I y PS-11).(Hassan et al., 2022)

8.3.6 Ritmos de melatonina en las plantas

Es totalmente comprensible que, como primera hipótesis, se pensara que la melatonina en las plantas tenía una función similar a la observada en los mamíferos. Así, el primer estudio experimental del papel fisiológico de la melatonina en plantas fue probar su posible implicación como molécula reguladora en los ritmos circadianos y en aspectos relacionados con la foto periodicidad, como la floración.(Arnao & Hernández-Ruiz, 2006)

En 1997, Kolar presentó un estudio en el que se confirmó la presencia de melatonina en plantas cultivadas de 15 días de edad de *Chenopodium rubrum* L. Los autores estudiaron los posibles cambios en los niveles de melatonina en ciclos de luz/oscuridad de 12 horas. mostrando niveles de melatonina bajos o indetectables durante el período de luz y un aumento considerable en la oscuridad. Este aumento durante la oscuridad y el rango de concentraciones de melatonina, similar al observado en animales, abrió interesantes expectativas. Sin embargo, en un trabajo posterior, en el que se expusieron las plantas a diferentes perfiles fotoperiódicos (6, 12 y 18 h de oscuridad), no se observaron cambios en la duración del aumento de melatonina con el fotoperiodo aplicado. Por lo tanto, concluyeron los autores, no había evidencia concluyente que relacionara los niveles de melatonina y el fotoperíodo o la maduración.(Arnao & Hernández-Ruiz, 2006)

Imagen 8 Niveles de melatonina en diferentes plantas en un fotoperíodo



Fuente: (Arnao & Hernández-Ruiz, 2015)

Tabla 6 Plantas con mayor contenido de melatonina: fresa, tomate, menta piperita y Tomillo

Tipo	Fruta	Hierba	Hierba medicinal	Hortaliza (fruto)
Nombre Común	Fresa Festival	Tomillo	Menta piperita	Tomate
Nombre científico	Fragaria ananassa	Thymus vulgaris L.	Mentha piperita	Lycopersicon esculentum Mill.
Melatonina ng/g	11.26 ng/g	38 000 ng/g	19 500 ng/g	50.1 ng/g
Método	HPLC-MS (Cromatografía líquida-espectrometría de masas)	CEC (Cromatografía líquida+ electroforesis)	HPLC-FD (Cromatografía líquida+ detector de fluorescencia)	HPLC-MS (Cromatografía líquida-espectrometría de masas)

Fuente: (Cheng et al., 2021)

8.4 Carotenoides:

Los carotenoides son pigmentos naturales de color amarillo, naranja o rojo, que destacan por su amplia distribución, diversidad estructural y múltiples funciones y acciones. (Becker et al., 2015)

El término "caroteno" deriva de la palabra latina "carota" (que significa zanahoria), reflejando el primer aislamiento de un carotenoide en 1831 por Wackenroder, mientras que las "xantofilas" están relacionadas con pigmentos de las hojas amarillentas de otoño descubiertas por Berzelius un par de años después. El descubrimiento de la estructura química de los carotenoides requirió exactamente un siglo y fue reconocido con el premio Nobel concedido a Paul Karrer y Richard Kuhn en 1937 y 1938, respectivamente (Kolašinac et al., 2021a)

De los carotenos acíclicos, el licopeno y el ζ -caroteno son los más comunes. El licopeno es el pigmento principal de muchas frutas y verduras de pulpa roja, como el tomate, la sandía, la papaya, la guayaba y los pomelos rojos o rosados. (Tan et al., 2021)

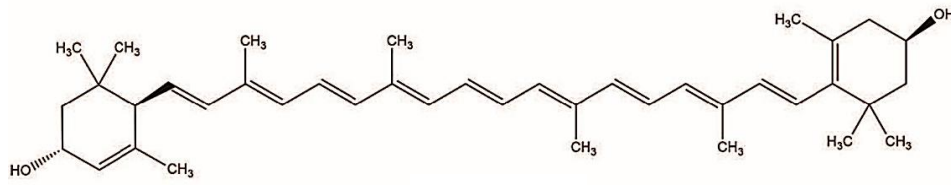
8.4.1 Clasificación de los carotenoides

Todos los carotenoides se clasifican en:

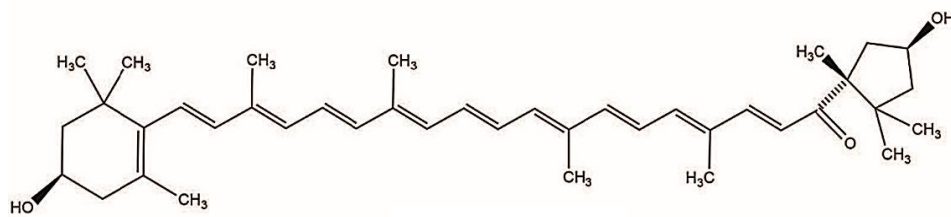
- a) carotenos, los hidrocarburos (por ejemplo, licopeno, β -caroteno, α -caroteno)
- b) xantofilas, los carotenoides que contienen oxígeno, es decir, luteína, astaxantina y zeaxantina (Kolašinac et al., 2021b)

Las frutas son una fuente importante de carotenoides, y durante la maduración, los cloroplastos se diferencian en cromoplastos que son capaces de acumular grandes cantidades de carotenoides, dando así la coloración característica de la fruta. Mientras que el licopeno o el β -caroteno pueden acumularse como cristales en los cromoplastos de algunas frutas, otras frutas que acumulan xantofilas diferencian a los plastoglobulos como un sistema preferido para mejorar la estabilidad y el almacenamiento de los carotenoides. (Rodríguez, Welsch, 2020)

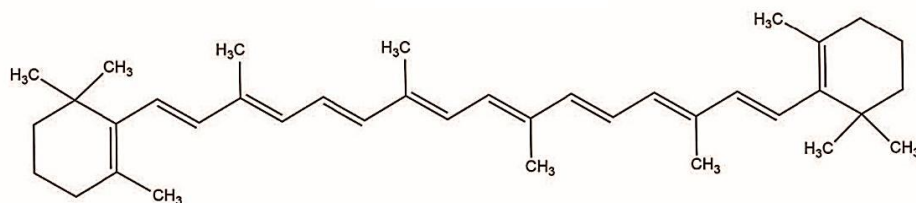
Imagen 9 Ejemplos de carotenoides y algunas de sus fuentes



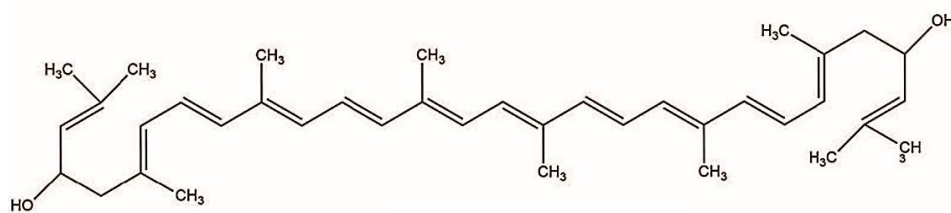
Luteína



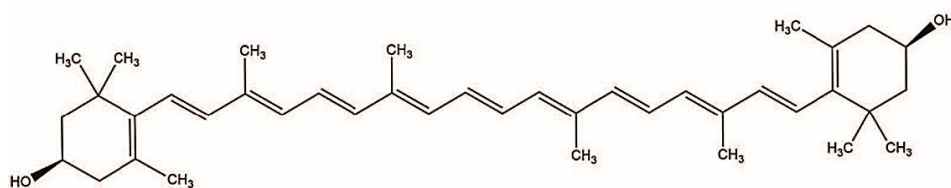
Capsantina



β-caroteno



Licopeno



Zeaxantina



Fuente: (Kolašinac et al., 2021)

8.5 Instrumento:

8.5.1 Raman

Existe un interés creciente en la botánica, la investigación agrícola y la industria para obtener una comprensión más completa de la composición química de varios tejidos vegetales en estado auténtico. Los nuevos desarrollos de los microscopios IR y Raman han ampliado considerablemente el campo de aplicación. Estas sofisticadas técnicas permiten realizar mediciones punto por punto (mapeo) o adquirir simultáneamente espectros (imágenes) de un área de muestra pequeña. (Salzer & Siesler, 2014)

Las características espectrales en los espectros infrarrojo y Raman a menudo se pueden asignar a grupos químicos específicos, estas técnicas proporcionan información molecular. Así se obtendrá una visión más completa, aunque mucho más general, del proceso. (López Sánchez et al., 2010)

Los espectros Raman se pueden utilizar como una herramienta de huellas dactilares para una amplia gama de compuestos (Saletnik et al., 2021). Se utiliza una fuerte fuente de radiación electromagnética para excitar el espectro Raman. La radiación de excitación generalmente viene en forma de luz visible, pero también se puede usar radiación ultravioleta o infrarroja cercana. (Saletnik et al., 2021)

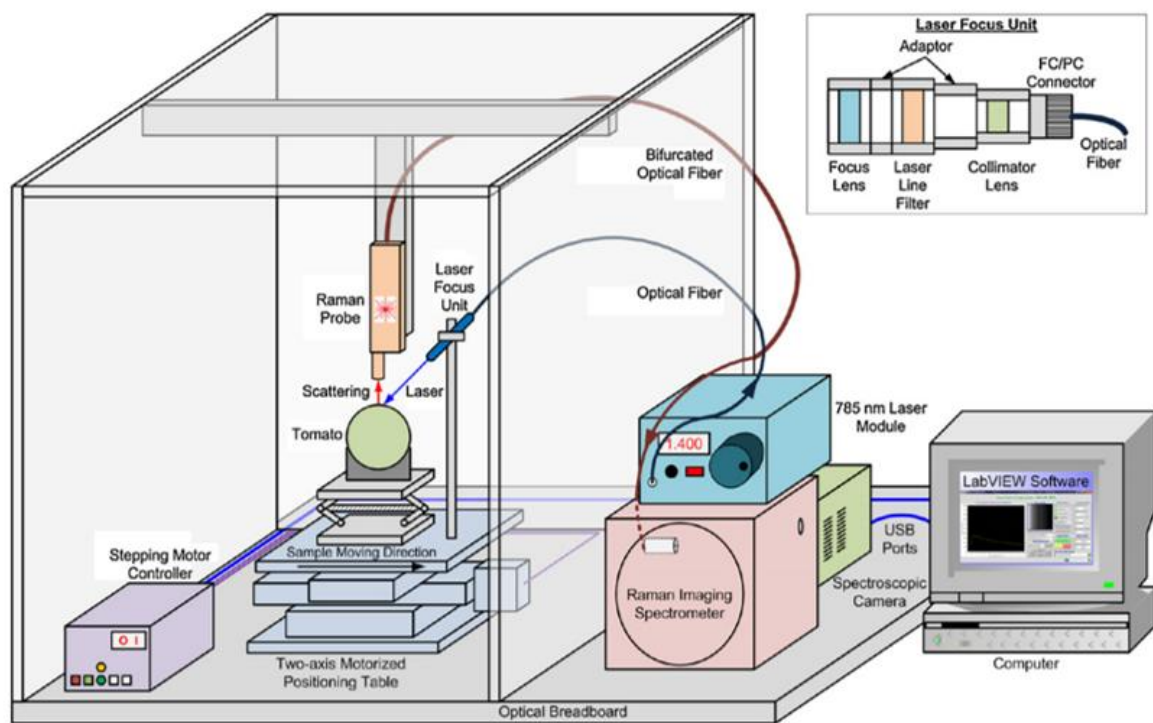
8.5.2 Técnica de espectroscopía Raman esquema

El espectrómetro acepta luz a través de una rendija de entrada (5 mm de largo \times 100 μ m de ancho), y detecta un rango de desplazamiento Raman de -98 a 3998 cm^{-1} (o un rango de longitud de onda de 799 a 1144 nm) con una resolución espectral de $3,7$ cm^{-1} . Un módulo láser de 785 nm (I0785MM0350MF-NL, Innovative Photonic Solutions, Monmouth Junction, NJ, EE. UU.) sirvió como fuente de excitación. (Qin et al., 2012)

Se usa una fibra óptica y una unidad de enfoque láser para entregar y enfocar la luz láser en la superficie de la muestra. El diámetro del punto del láser en la superficie de la muestra era de aproximadamente 1,0 mm y la sonda de detección adquirió señales Raman del área de excitación del láser ($\sim 1,0$ mm de

diámetro) a una distancia de trabajo de 7,5 mm. Las muestras y la unidad de enfoque láser se colocan en una mesa de posicionamiento motorizada. (Qin et al., 2012)

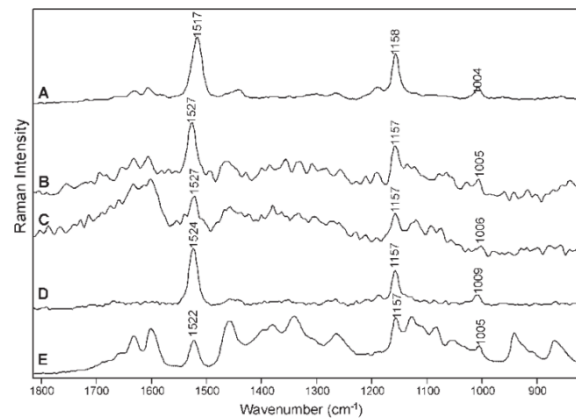
Imagen 10 Esquema sistema Raman



Fuente:(Qin et al., 2012)

La gran ventaja de estas técnicas es, además, la sencillez, o incluso ausencia total, de preparación de muestras, lo que las hace menos exigentes en tiempo y uso de reactivos que otros métodos, como las técnicas cromatográficas.(López Sánchez et al., 2010)

Imagen 11 Espectros FT-Raman de diferentes plantas



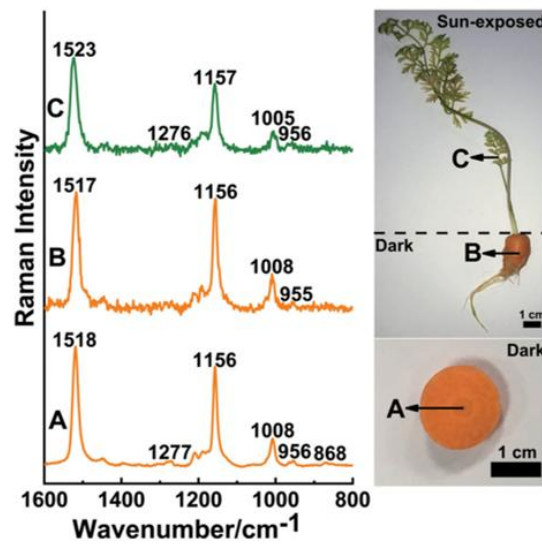
Fuente: (Schulz et al., 2005), Espectros FT-Raman de frutos de pimienta roja (A), fruta de nectarina (B), raíz de zanahoria amarilla (C), fruta de calabaza (D) y semilla de maíz (E)

Aplicación en cultivos hortícolas

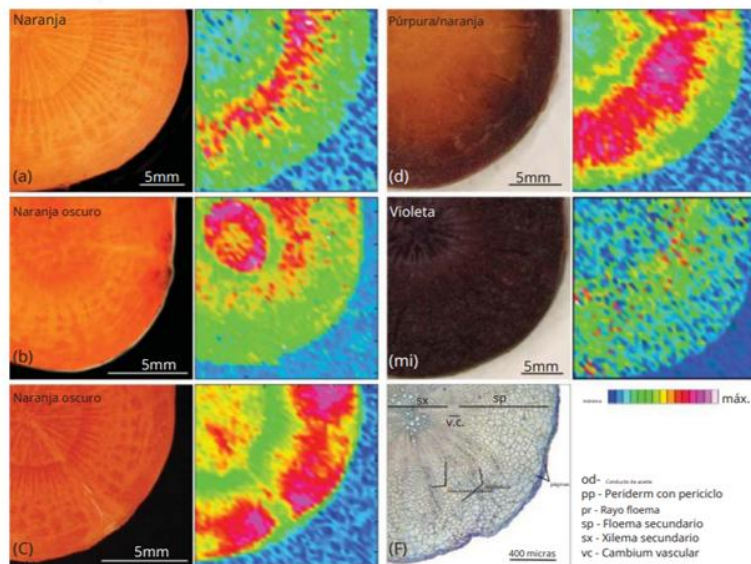
La mayoría de las aplicaciones de la espectroscopia Raman en el campo de los cultivos hortícolas están relacionadas con los carotenoides y se han realizado directamente sobre el tejido vegetal fresco. Las principales señales de carotenoides ocurren en los rangos de número de onda entre 1550–1500 y 1170–1150 cm^{-1} . (Salzer & Siesler, 2014)

Debido a las vibraciones de estiramiento de los enlaces carbono-carbono en la cadena de polieno, los espectros Raman de los carotenoides exhiben dos picos fuertes en las regiones de cambio Raman de 1100–1200 cm^{-1} y 1400–1600 cm^{-1} , respectivamente (Schulz et al., 2005). Estas características se pueden utilizar para identificar y cuantificar varios carotenoides en los tejidos vegetales. (Salzer & Siesler, 2014)

Imagen 12 Espectroscopía Raman contenido de carotenoides



Fuente: (Badgujar et al., 2021) **Espectroscopía Raman contenido de carotenoides** una zanahoria cultivada en laboratorio.

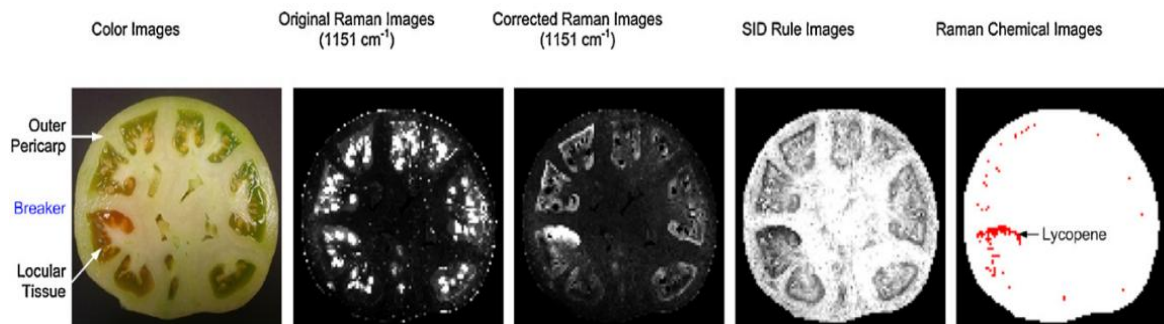
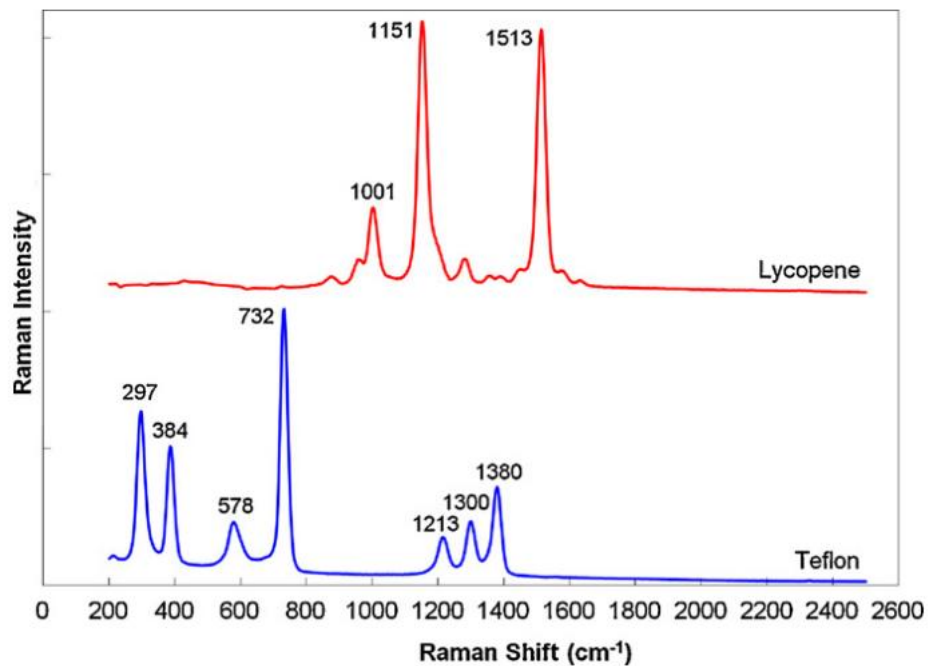


Fuente: Imágenes visuales de un cuarto de raíces de zanahoria cortadas transversalmente y sus mapas Raman coloreados según la intensidad de la banda en el rango de 1523–1517 cm⁻¹ relacionado con -contenido de caroteno (Salzer & Siesler, 2014)

8.5.3 Medición de Carotenoides en tomate (*lyopersicum sculentum*)

Hacia un enfoque de detección no destructiva para monitorear la madurez interna de los tomates. El pericarpio de tomate se colocó en una losa de teflón (con el lado interior hacia la superficie de la losa), que se usó como material de referencia del subsuelo conocido por exhibir picos Raman identificables. (Qin et al., 2012)

Imagen 13 Espectro de Licopeno en Raman



Fuente:(Qin et al., 2012)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Existe documentación científica que sustente la influencia del factor astronómico Luna y su espectro de luz en la fenología de las plantas?

¿Qué variables se pueden medir a partir de la instrumentación disponible para sustente la influencia del factor astronómico Luna y su espectro de luz en la fenología de las plantas?

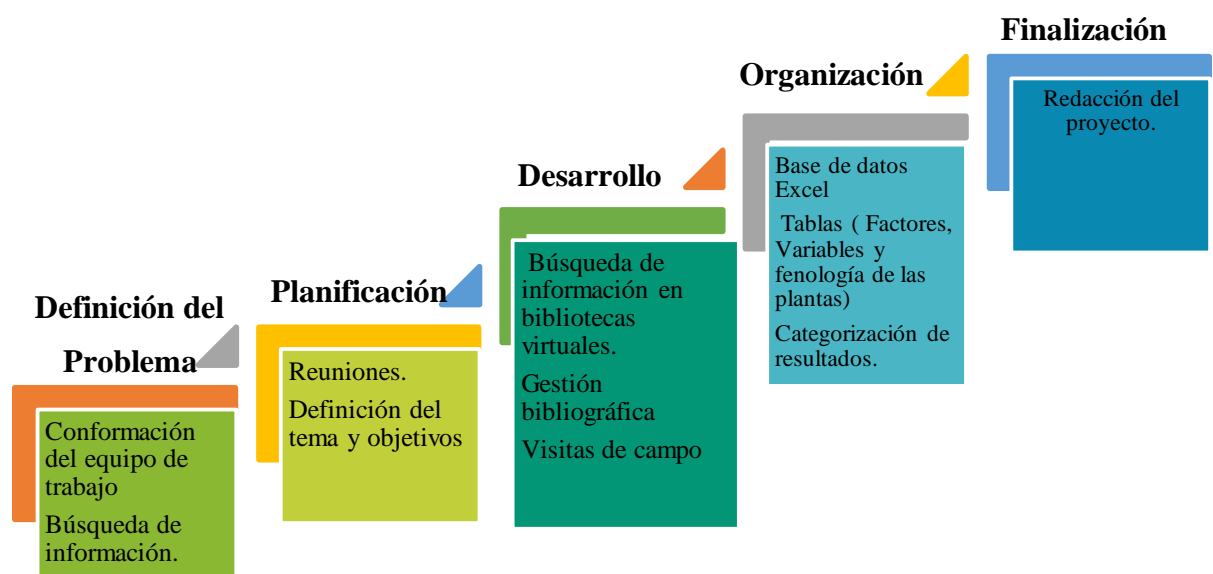
¿Qué métodos se han usado para identificar una relación entre el factor astronómico Luna y su espectro de luz en la fenología de las plantas?

10. METODOLOGÍA

La presente investigación documental se realizó a partir de revisión bibliográfica, mediante la recopilación, identificación e interpretación de información proveniente de bases de datos multidisciplinarias como Scopus, Google Scholar, Science Direct, etc. Se recopiló información en los principales idiomas: inglés y español, además, con una restricción de 10 años (2010-2021) de antigüedad para su revisión, sin embargo, se extendió a años menores por falta de información.

La metodología que se desarrolló en la investigación está formada por 5 fases o etapas:

Gráfico 1 Etapas de la metodología



Fuente: Autora

10.1 Definición del problema

La formulación del problema se dio mediante las preguntas ¿Existe documentación científica que sustente la influencia del factor astronómico Luna y su espectro de luz en la fenología de las plantas? Además de dos preguntas directrices: ¿Qué *variables* se pueden medir a partir de la *instrumentación* disponible? y ¿Qué *métodos* se han usado para identificar una relación entre el factor astronómico Luna y su espectro de luz en la fenología de las plantas?

10.2 Planificación.

El desarrollo y seguimiento del proyecto se llevó a cabo durante el período abril-agosto 2022 en los que se realizó reuniones semanales los días lunes y jueves, mediante las primeras reuniones de trabajo se definió el tema y cronograma de actividades a realizarse.

10.3 Desarrollo.

10.3.1 Búsqueda de información en bibliotecas virtuales.

Se realizó la búsqueda de información en las diferentes bases de datos virtuales como Google Scholar, Scopus, Science.

10.3.2 Gestión bibliográfica:

Se propone el uso de gestor bibliográfico Mendeley además del apoyo de herramientas de software libre como VOSviewer y Harzing's Publish or Perish para generar redes de datos y conocer el comportamiento de la información en Google Scholar.

10.3.3 Visitas de campo

Se Realizan visitas de campo a la Universidad Yachay Tech a los laboratorios de La Escuela de Ciencias Físicas y Nanotecnología para conocer las herramientas disponibles que se usarán en el desarrollo de la propuesta que plantea como objetivo el presente proyecto.

10.3.4 Organización

Base de datos

La información recopilada se organizó en una matriz de Excel

Tabla 7 Estructura Tabla específica metodología

CATEGORÍA		DEFINICIÓN
1	Número	Numeración de cada documento.
2	Año de publicación	Tiempo en el que fue publicado el documento.
3	Tipo	Describe que clase de documento es (artículos de revista, libros etc.)
4	Título	Título del documento
5	Autor/es	Persona/s, Instituciones que realizaron la investigación y documento.
6	Revista	Fuente de quien publica los documentos.
7	Editorial	Fuente de donde se editó el documento.
8	Idioma	Diferentes idiomas en la que está escrito el documento español, inglés, etc.
9	País	País donde fue ejecutado el estudio.
10	ISSN – ISBN	Acrónimo que representa revistas científicas y colecciones seriadas.
11	Link/DOI	Fuente para acceder al documento.
12	Observaciones	Características relevantes del documento.

Fuente: Autora

Tablas (Factores, Variables e instrumento) y Categorización de resultados.

En la Matriz de Excel se generaron Tablas por diferente variable y Factor además se generó una tabla específica con métodos usados para medir las variables propuestas y conocer los tipos de instrumentos usados.

Tabla 8 Factores y Variables

FACTOR ASTRONÓMICO	VARIABLES	INSTRUMENTO
LUZ-LUNA	MELATONINA	RAMAN
	CAROTENOIDES	

Fuente: Autora

Tabla 9 Estructura Tabla específica metodología

CATEGORÍA	DEFINICIÓN
Nº	Numeración de cada documento.
Título	Título del documento
Método	Metodologías y métodos usados para medir variables
Variables	Variables se midieron en cada documento revisado
Instrumento	Instrumentación que se utilizó para medir determinadas variables

Fuente: Autora

10.4 Limpieza de la información

La información recopilada tuvo un total de 173 documentos los cuales fueron agrupados en 5 categorías: Luz, Luna, Melatonina, Raman, Otros, de estos 55 fueron excluidos tomando en cuenta archivos repetidos, el título y análisis del resumen con los cuales la investigación tiene un total de 118 documentos.

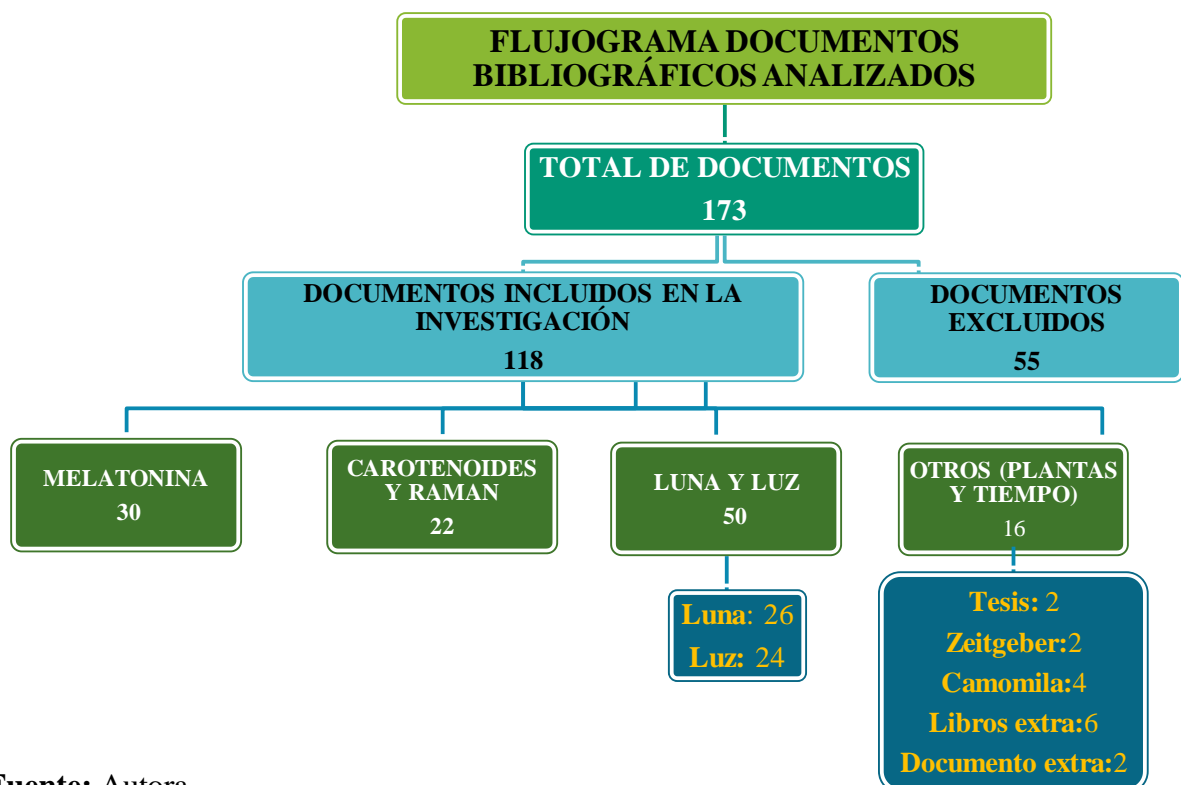
10.5 Finalización

En esta última fase de la metodología se propone el escrito del documento además de la realización de tablas y gráficas para ser interpretados y analizados como resultados obtenidos.

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La información recopilada para la sustentación de las variables, métodos de medición e instrumentación se describe a continuación en el flujograma en el cual se describen el total de archivos recopilados, el total de archivos filtrados y el total de artículos relevantes para la investigación.

Gráfico 2 Flujo de la información analizada



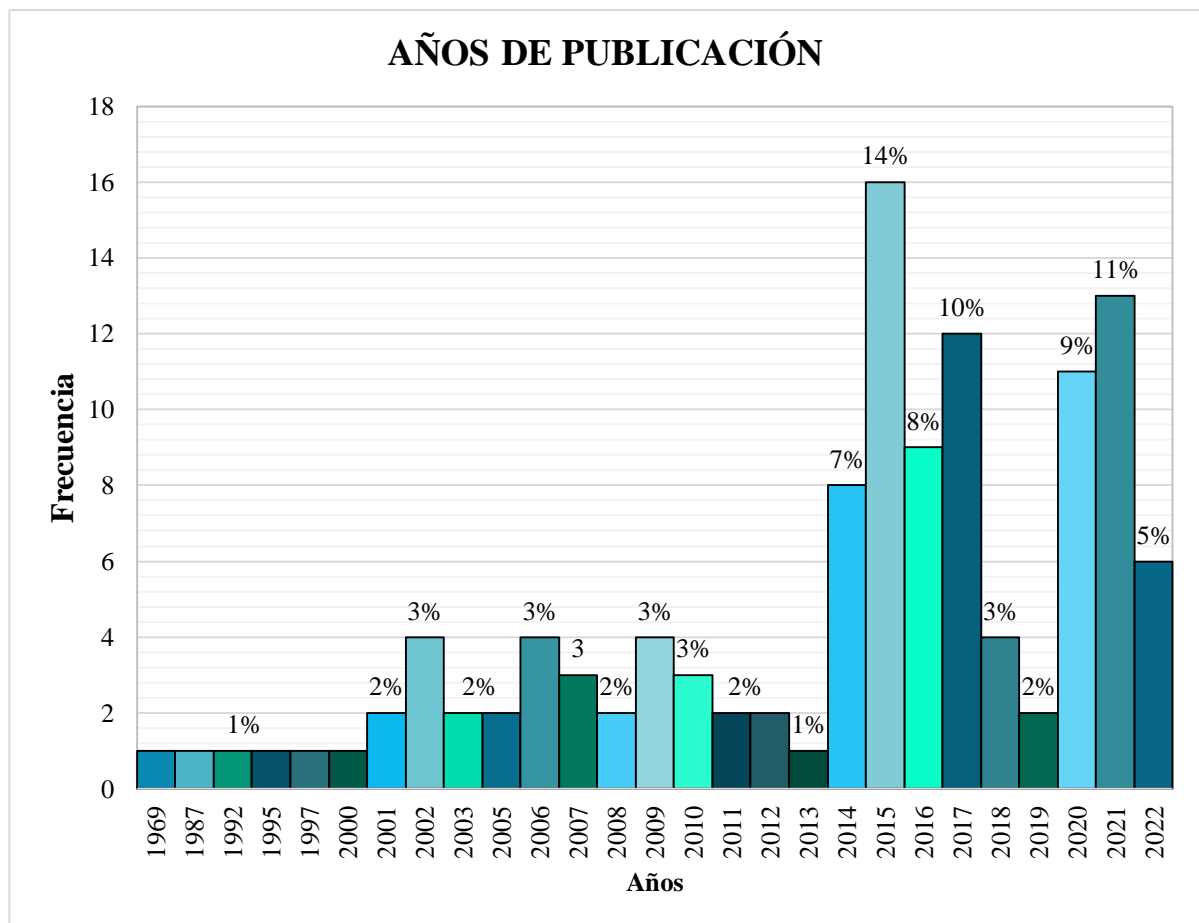
Fuente: Autora

11.1 Gráficas de información generadas a partir de la base de datos

Se representan mediante gráficas las categorías más relevantes en la búsqueda de información:

- Años de publicación
- Tipo de documento
- Idioma
- Área Temática
- Índice h

Gráfico 3. Años de Publicación



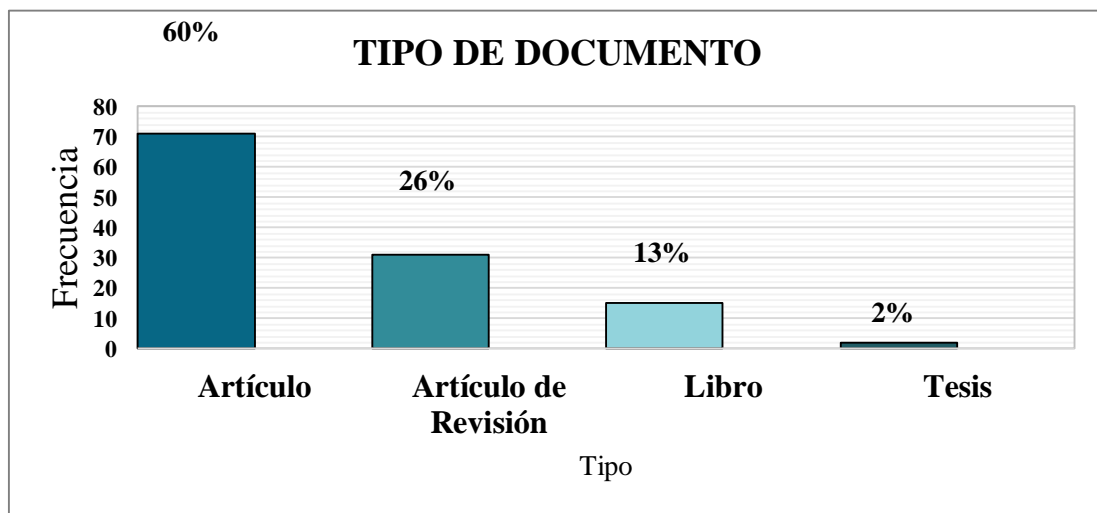
Fuente: Autora

Para la Búsqueda y recopilación de información se realizó una restricción de 10 años (2012-2022) con las cuales el factor astronómico Luna no presentaba información relevante, por consecuente se amplió los años de búsqueda, la gráfica 3 muestra que el menor porcentaje de información encontrada se encuentra en los años 1969-2000 y 2013 con un porcentaje del uno por ciento que equivale a 1 documento por cada año.

El mayor porcentaje de información encontrada se evidencia en la gráfica 3 en el año 2015 con un 14% equivaliendo a 16 artículo, seguido de este se encuentra con 11% (13 documentos) y 10% (12 documentos) en los años 2021 y 2017 respectivamente.

Y en el año actual 2022 no representa un mayor número de estudios ya que la información encontrada dentro del primer semestre del año sólo representa un 5 %.

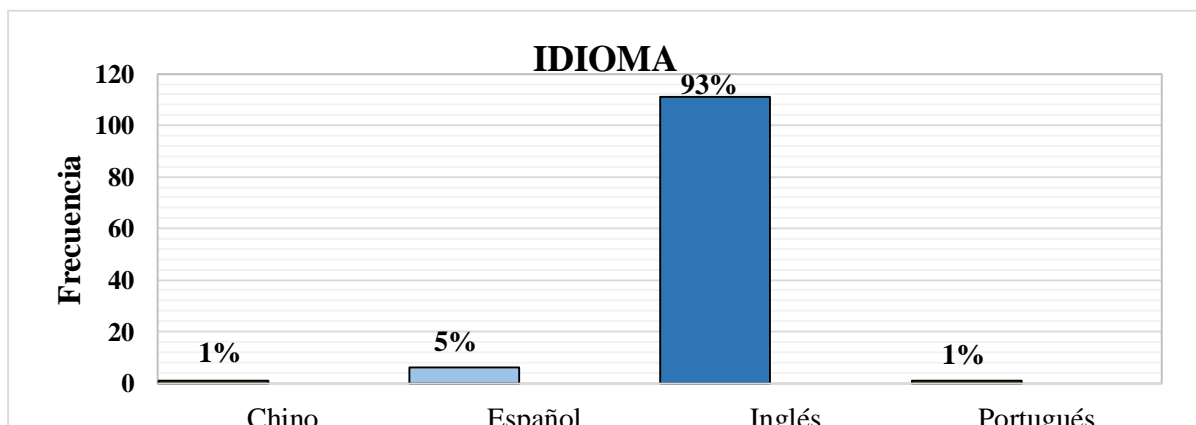
Gráfico 4. Porcentaje para Tipo de Documento



Fuente: Autora

De acuerdo a la información representada en la gráfica 4 el mayor porcentaje de información encontrada es en artículos científicos con un 60% lo que equivale a 71 artículos, seguido de un 26 % para artículos de revisión, con 26% (31) documentos y los porcentajes de documentación con un menor valor son para libros y tesis con 13% y 2 % respectivamente.

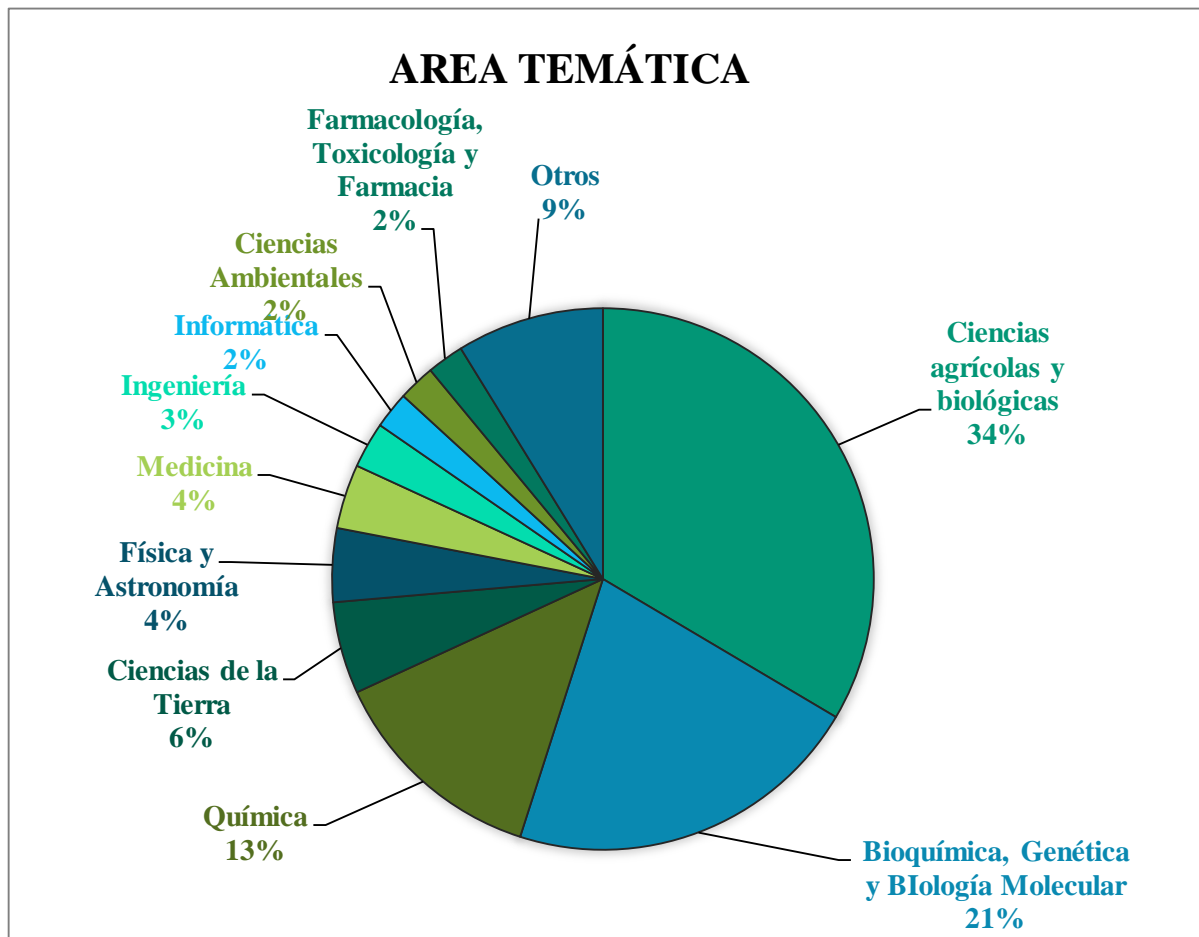
Gráfico 5 Porcentaje de idioma por documento



Fuente: Autora

En la gráfica 5 se representa un máximo porcentaje para el idioma inglés con 93%, ya que la mayoría de información encontrada está escrita en este idioma, se evidencia valores menores de documentos con el 5% por ciento en idioma español y 2% para chino y portugués con 1% para cada uno.

Gráfico 6 Porcentaje del Área temática de la información

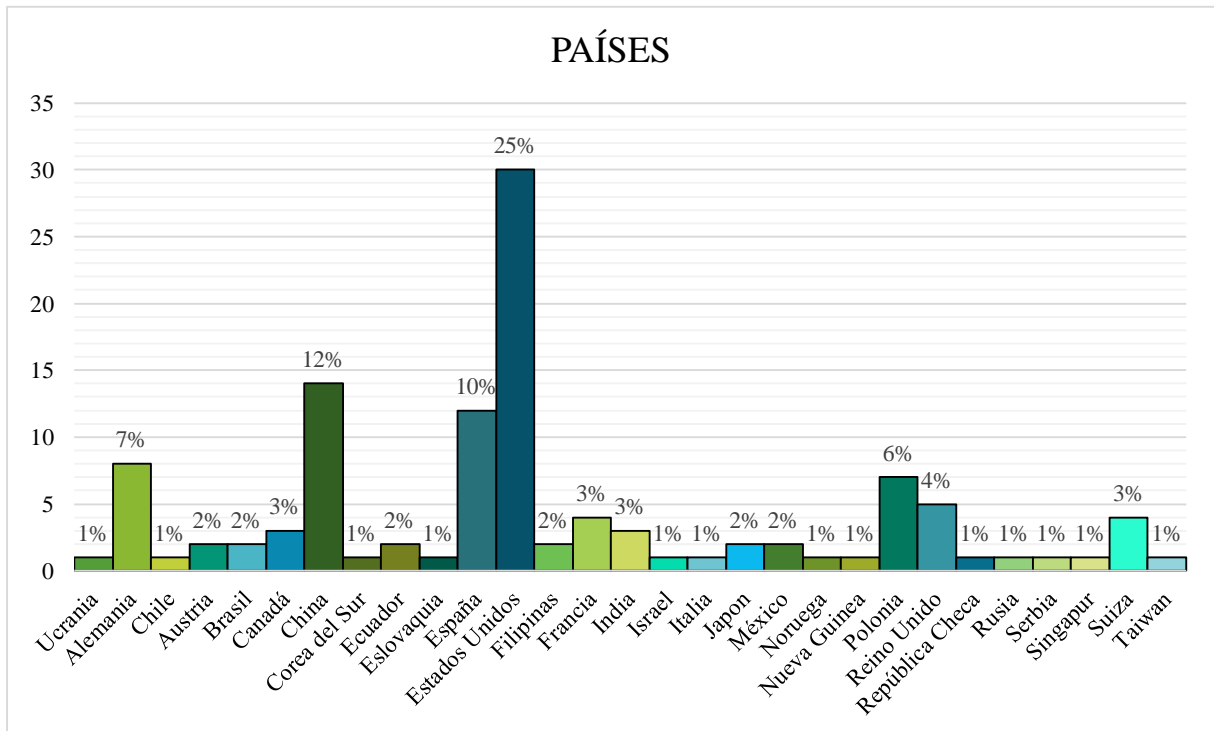


Fuente: Autora

La gráfica 6 muestra una variedad de áreas temáticas para la información recopilada, en las cuales la de mayor importancia debido al área temática en la que desarrolla este proyecto son las Ciencias Agrícolas y Biológicas y representa un mayor porcentaje con 34%, seguido de Bioquímica, Genética y Biología Molecular con 21 %, con 13% se encuentra información con temas dentro del área de Química, en Ciencias de la Tierra se encontró información que representa el 6%, otros estudios dentro de temas como Física y Astronomía y Medicina se encuentran en un porcentaje de 4%, para ciencias como Informática, Farmacología, Toxicología y Farmacia y Ciencias Ambientales se encuentra un menor porcentaje que equivale a un 2% en

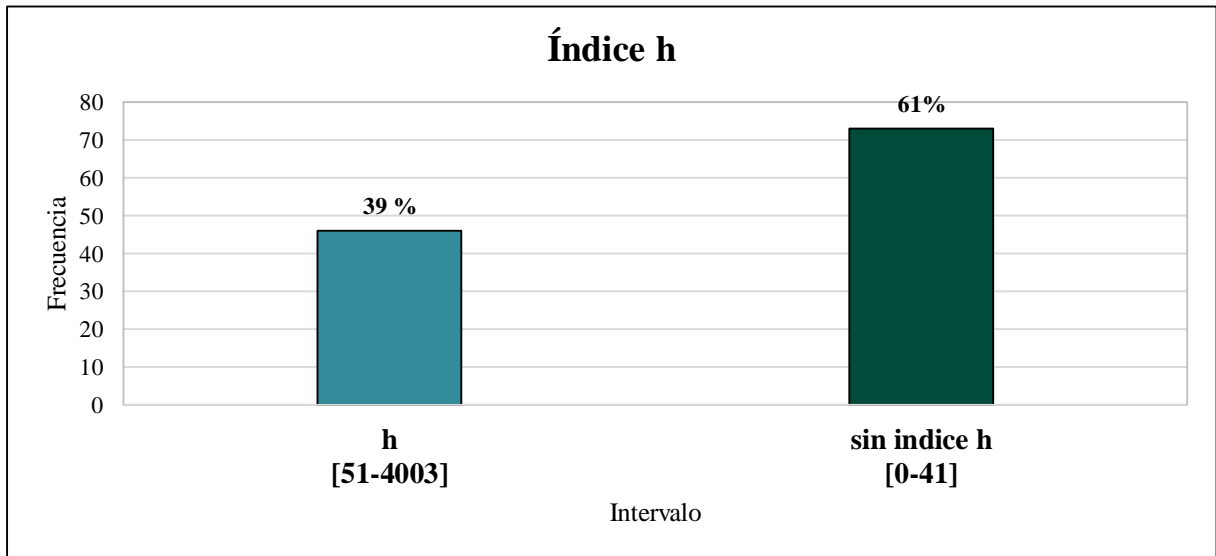
cada temática, y en la categoría otros se encuentra con un 9 % dividido para diferentes temas como: Ingeniería Química, Ciencias Multidisciplinarias, Ciencias Sociales, Neurociencia y Psicología.

Gráfico 7 Cantidad de publicaciones por País



Fuente: Autora

Debido a que el mayor número de documentos y estudios encontrados se llevan a cabo en Estados Unidos, la Gráfica 7 presenta un mayor porcentaje para este país con el 25% equivaliendo aun valor total de 30 documentos. Países como China y España también tienen un mayor porcentaje con un valor del 12% (14 documentos) y 10% (12 documentos) respectivamente, otro país que se evidencia mayor número de estudios e investigaciones es Alemania con un 7% (8 documentos). El mayor número de información encontrada para el uso de espectroscopía Raman pertenece a Polonia y con un porcentaje de 6%. En la gráfica se observa que en la mayoría de países europeos y asiáticos se realizan estudios e investigaciones (Francia, Italia, Noruega, Rusia, Suiza, Singapur, República Checa, Taiwan, Japón Israel, Ucrania, entre otros.) mientras que en América Latina se evidencia un menor número de información en cuanto a estudios científicos para la temática planteada en este proyecto, y se puede evidenciar información de México, Brasil y Ecuador 2 %, y con 1% Chile.

Gráfico 8. Porcentajes del índice h por publicación

Fuente: Autora

Con el uso de la herramienta de software Publish or Perish, que es una herramienta muy útil que ofrece múltiples beneficios, entre ellos el encontrar literatura científica, se pudo obtener el índice h para la información recopilada, en el cuál la gráfica 8 representa con un intervalo de mayor número de citas que van de 51 a 4003 citas un 39% de documentos con índice h y en un intervalo de menor citación que va desde 0 a 41 se evidencia un 73 % de información bibliográfica.

11.2 Tablas específicas de cada variable

Para la identificación de características, conceptos, métodos e instrumentos de medición de las variables melatonina y carotenoides y la definición de especies a ser evaluadas en la propuesta metodológica se realizaron Tablas Específicas:

- Tabla 1: se identificaron las siguientes categorías; Título del documento, año de publicación, tipo de documento, editorial, país, idioma, ISSN e ISBN, link/DOI, observaciones
- Tabla 2: se identificó por documento el título, método usado, variables que midieron, instrumentos que usaron
- Tabla 3: se obtuvo la tabla con la herramienta de software Publish or Perish para conocer el índice h de los documentos recopilados

Tabla 10 Base de datos clasificación de la información por variable y factor

Nº	Año de publicación	Tipo	Título	Autor/es	Revista	Editorial	País	Idioma	ISSN – ISBN	LINK/DOI	Observaciones
5	2020	Artículo	Full moonlight-induced circadian clock entrainment in <i>Coffea arabica</i>	Brenner J.C., Djerrab D.;Leran S.;Toniutti L.;Guttin C.;Savary	BMC Plant Biology	BioMed Central Ltd.	Francia	Inglés	14712229	10.1186/s12870-020-2238-4	Efecto de la luz de la luna llena en plantas de café, regulación transcripción de genes inducida por la luz de la luna llena. genes relacionados con la fotosíntesis (fotosistema, ciclo de Calvin, metabolismo de la clorofila
6	2020	Artículo	Growth of <i>Sphagnum</i> is strongly rhythmic: contribution of the seasonal, circalunar and third components	Mironov, Victor L.aSend mail to Mironov V.L.;Kondratev, Aleksei Y.b, Mironova, Anna	Physiologia Plantarum	Blackwell Publishing Ltd	Rusia	Inglés	319317	https://d.docs.live.net/bd593fc6a488dafc/Desktop/WhatsApp.lnk	Irradiancias espectrales lunares simuladas en el TOA con ángulos de fase lunar $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ y 135°
7	2020	Review	The Still Dark Side of the Moon: Molecular Mechanisms of Lunar-Controlled Rhythms and Clocks	G. Andreatta, K. Tessmar-Raible	Journal of Molecular Biology	Academic Press	Austria	Inglés	222836	10.1016/j.jmb.2020.03.009	Esquema de los ciclos lunares (apogeo, perigeo)
8	2020	Review	What has been thought and taught on the lunar influence on plants in agriculture? Perspective	O. Mayoral, J. Solbes, J. Cantón ³ , T. Pina	Agronomy	MDPI AG	España	Inglés	20734395	10.3390/agronomy10070955	Tabla de iluminancia de acuerdo a fase lunar

Fuente: Autora

Tabla 11 Base de Datos clasificación de Metodología usada para medición de variables

N°	Título	Método	Variables	Instrumento
7	<p>Indigenous Knowledge Informing Management of Tropical Forests The Link between Rhythms in Plant Secondary Chemistry and Lunar Cycles.</p> <p>ESPECTRO QUIMICOS Y AZÚCAR</p>	<p>Métodos de muestreo de follaje Muestras foliares de P. montana se recolectaron de plantas de 2 a 3 m de altura, es decir, del tamaño de las palmas que normalmente se usan para cosechar hojas para techos de paja. Análisis químicos de tejidos: Cada muestra de tejido vegetal recolectada durante las 8 fechas de muestreo fue analizada para el carbono total y el nitrógeno</p>	<p>NIVELES DE C,P,K, áúcares solubles, hemicelulosas</p>	<p>Análisis químicos de tejido, utilizando un analizador LECO CHN-600. las concentraciones de elementos (Ca, K, Mg, P, Al, Mn, Zn) se determinaron utilizando un espectrofotómetro de plasma acoplado inductivamente Perkin-Elmer Optima 3000 en tejidos digeridos con peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico.</p>
8	<p>FullMoonlight-inducedCircadian</p> <p>LUNA Y GEN</p>	<p>Para determinar los efectos de la luz de la luna, las plantas se cultivaron en un invernadero con luz natural (65–75 % de humedad, 25 °C de temperatura, 12/12 h de fotoperíodo. El muestreo se realizó en el solsticio de primavera FM y el siguiente NM (4 repeticiones biológicas) El muestreo se realizó en el solsticio de primavera FM y el siguiente NM (4 repeticiones biológicas)</p>	<p>el gen del reloj central claveLHY usando qRT-PCR, PHOT2 gene, PHOT1, Zeaxanthin epoxidase (ZEP), beta-carotene 3-hydroxylase (CRTZ) and phytoene synthase (PSY1)</p>	<p>utilizando RNAseq en plantas cultivadas en las mismas condiciones ambientales, pero también en plantas cultivadas en un fitotrón(CRYONEXT, modelo RTH 1200 L).RT-PCR Prueba diagnóstica</p>
10	<p>Photons from NIR LEDs can delay flowering in shortday soybean and Cannabis</p> <p>FLORACIÓN Y LONGITUD</p>	<p>Se sembraron en macetas de 1,7 L dentro de un invernadero. Esquejes enraizados de cáñamo medicinal (Cannabis sativaL cv. T1 “Trump”) se trasplantaron en macetas de 6,5 L llenas con una mezcla 3:1 de turba/vermiculita.El medio se modificó con 1,6 g por L de cal dolomítica para llevar el pH a 5,8 y 0,8 g por L de yeso (CaSO4) para proporcionar azufre adicional. La soja emergió cuatro días después de la siembra y se trasladó del invernadero a la cámara decrecimiento (CMP 3023, Conviron, Winnipeg, Canadá).elCanabis se cultivó en el invernadero durante una semana (28/25 ºC día/noche; 18/6 h día/noche) antes de pasar a la cámara de crecimiento.</p>	<p>Tiempo de floración. La longitud del tallo de la soja</p>	<p>Cámara decrecimiento (CMP 3023, Conviron LED blancos + rojos (Icarus Vi, BIOS, Melbourne FL); LED NIR NIR bajo [densidad de flujo de fotones NIR nocturno (700 a 900 nm) = 44 µmol m-2s-1</p>
13	<p>Impact of end-of-day red and far-red light on plant morphology and hormone physiology of poinsettia..af.es</p> <p>FENOTIPO Y ANÁLISIS HORMONAL</p>	<p>Se enraizaron esquejes de nochebuena con 6–7 hojas en Jiffy-7 y luego se sembraron en macetas.Esfagnoturba (Veksttorv, Ullensaker Almanning, Nordkisa, Noruega) en macetas de plástico de 13 cm. Las plantas se mantuvieron durante 6 semanas en un cuarto de crecimiento a 20°C con una humedad relativa del aire (HR) promedio de 70±5%, correspondiente a un déficit de presión de vapor de agua (VPD) promedio de 0,7 kPa. Luz a una densidad de flujo de fotones de 80–90 -mol m-2s-1(Tubos fluorescentes Osram L 58 W / 640 Cool White, Munich, Alemania) durante un fotoperíodo de 18 h. Las</p>	<p>floración, elongación de los brotes, La longitud del tallo, análisis hormonal</p>	<p>Análisis de auxina, citoquininas, ácido abscísico y sus metabolitos 50 mg de peso seco (PD) de tejido vegetal homogeneizado para la extracción de auxina, citoquinina y ABA así como metabolitos de estos utilizando 3 ml de isopropanol: agua: ácido acético glacial (80:19:1, v/v). Las muestras se agitaron en la oscuridad durante 24 h a 4°C</p>

Fuente: Autora

Tabla Software Publish or Perish

Tabla 12 Base de Datos exportada a Excel obtenida de Publish or Perish

N°	Cites	Authors	Title	Year	Source	Publisher	ArtículoU	CitesURL	GSRank	Type	DOI	ISSN
1		1 P.M. Badguy	A light-mediated study of carotenoids in carrots (Daucus carota) using resonance Raman spectroscopy	2021	Journal of Ra	John Wiley a	https://www.scopus.com/ir		6	Artículo	10.1002/jrs.6	03770486 (IS
2		5 M. Min, J. Zi	A low-light radiative transfer model for satellite observations of moonlight and earth surface light at night	2020	Journal of Qu	Elsevier Ltd	https://www.scopus.com/ir		23	Artículo	10.1016/j.jqs	00224073 (IS
3		2 J. Hernández	A phytemelatonin-rich extract obtained from selected herbs with application as plant growth regulator	2021	Plants	MDPI	https://www.scopus.com/ir		8	Artículo	10.3390/plant	22237747 (IS
4		4 S. Rathore, R	Agronomic interventions affect the growth, yield, and essential oil composition of German chamomile (Matricaria chamomilla L.) in the western Himalaya	2021	Industrial Cro	Elsevier B.V	https://www.scopus.com/ir		7	Artículo	10.1016/j.ind	09266690 (IS
5		11 M. Min, J. D	An investigation of the implications of lunar illumination spectral changes for Day/Night Band-based cloud property retrieval due to lunar phase transition	2017	Journal of Ge	Blackwell Pu	https://www.scopus.com/ir		37	Artículo	10.1002/2017	2169897X (IS

Fuente: Publish or Perish

11.3 Herramientas de software Publish or Perish y VOSviewer

Imagen 14 Herramienta de búsqueda Harzing's Publish or Perish

Harzing's Publish or Perish (Windows GUI Edition) 8.4.4041.8250

File Edit Search View Help

My searches

- New Folder
- Trash

Search terms	Source	Papers	Cites	Cites/y...	h	g	hI,no...	hI,ann...	hA	acc...	Search date	Cache date	Las...
✓ As fases da Lua numa caixa de ...	Google Sc...	1	34	2.27	1	1	1	0.07	1	0	2/09/2022	2/09/2022	0
✓ "EVALUACIÓN DEL RENDIMIEN...	Google Sc...	1	1	0.00	1	1	1	0.00	0	0	31/08/2022	25/08/2022	0
✓ Los efectos de la luna en la pro...	Google Sc...	1	11	1.38	1	1	1	0.13	1	0	1/09/2022	1/09/2022	0
✓ melatonin, moonlight, plants r...	Google Sc...	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	24/08/2022	25/08/2022	0
✓ Pigmentos fotosintéticos de St...	Google Sc...	1	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	25/08/2022	25/08/2022	0
✓ scopus	RIS/RefMa...	110	9210	263.14	41	95	32	0.91	18	36	2/09/2022	2/09/2022	0

Help

Imported external data

Display title: Apply

Original format: Revert

New

	Cites	Per year	Rank	Authors	Title	Year	Publication	Publisher	Type
<input checked="" type="checkbox"/>	h 692	25.63	109	R. Dubbels, R.J. Re...	Melatonin in edible plants identifi...	1995	Journal of Pineal Research		Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 627	31.35	102	W.R. Briggs, J.M. ...	Phototropins 1 and 2: Versatile pl...	2002	Trends in Plant Science		Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 506	42.17	85	C. Kami, S. Lorrain...	Light-regulated plant growth and...	2010	Current Topics in Develop...	Academic Press Inc.	Book Chapter
<input checked="" type="checkbox"/>	h 458	65.43	61	M.B. Arnao, J. Her...	Functions of melatonin in plants: ...	2015	Journal of Pineal Research	Blackwell Publishing Ltd	Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 365	30.42	83	A. MÁtglich, X. Ya...	Structure and function of plant p...	2010	Annual Review of Plant Bi...		Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 321	22.93	91	S. Gunasekaran, R...	Experimental and theoretical inve...	2008	Canadian Journal of Anal...		Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 299	17.59	98	H.H. Kieffer, T.C. S...	The spectral irradiance of the mo...	2005	Astronomical Journal		Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 273	21.00	89	S.D. Paredes, A. K...	Phytomelatonin: A review	2009	Journal of Experimental B...		Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 262	11.91	107	P.F. Devlin, S.A. Kay	Cryptochromes are required for p...	2000	Plant Cell	American Society of Plant...	Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 255	15.00	99	H. Schulz, M. Bara...	Potential of NIR-FT-Raman spectr...	2005	Biopolymers		Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 247	13.00	100	T. Roenneberg, S. ...	The art of entrainment	2003	Journal of Biological Rhyt...		Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 238	34.00	64	R.J. Reiter, D.-X. Ta...	Phytomelatonin: Assisting plants ...	2015	Molecules	MDPI AG	Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 233	58.25	34	M.B. Arnao, J. Her...	Melatonin and its relationship to ...	2018	Annals of Botany	Oxford University Press	Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 228	28.50	77	P.Y. Hsu, S.L. Har...	Wheels within wheels: The plant c...	2014	Trends in Plant Science	Elsevier Ltd	Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 226	11.89	101	G. Chen, Y. Huo, ...	Melatonin in Chinese medicinal h...	2003	Life Sciences	Elsevier Inc.	Article
<input checked="" type="checkbox"/>	h 223	31.86	58	V.C. Galvao, C. F...	Sensing the light environment in ...	2015	Current Opinion in Neuro...	Elsevier Ltd	Review
<input checked="" type="checkbox"/>	h 222	37.00	55	S. Demotes-Maina...	Plant responses to red and far-re...	2016	Environmental and Experi...	Elsevier	Article

Citation metrics [Help](#)

Publication years: 1987-2022

Citation years: 35 (1987-2022)

Papers: 110

Citations: 9210

Cites/year: 263.14

Cites/paper: 83.73

Authors/paper: 4.06

h-index: 41

g-index: 95

hI,norm: 32

hI,annual: 0.91

hA-index: 18

Papers with ACC >= 1,2,5,10,20: 95,81,49,36,18

Copy Results

Save Results

Paper details [Help](#)

Select a paper in the results list (to the left of this pane) to see its details here.

Copy Paper Details

Tools

Preferences...

[Online User's Manual](#)

[Frequently Asked Questions](#)

[Training Resources](#)

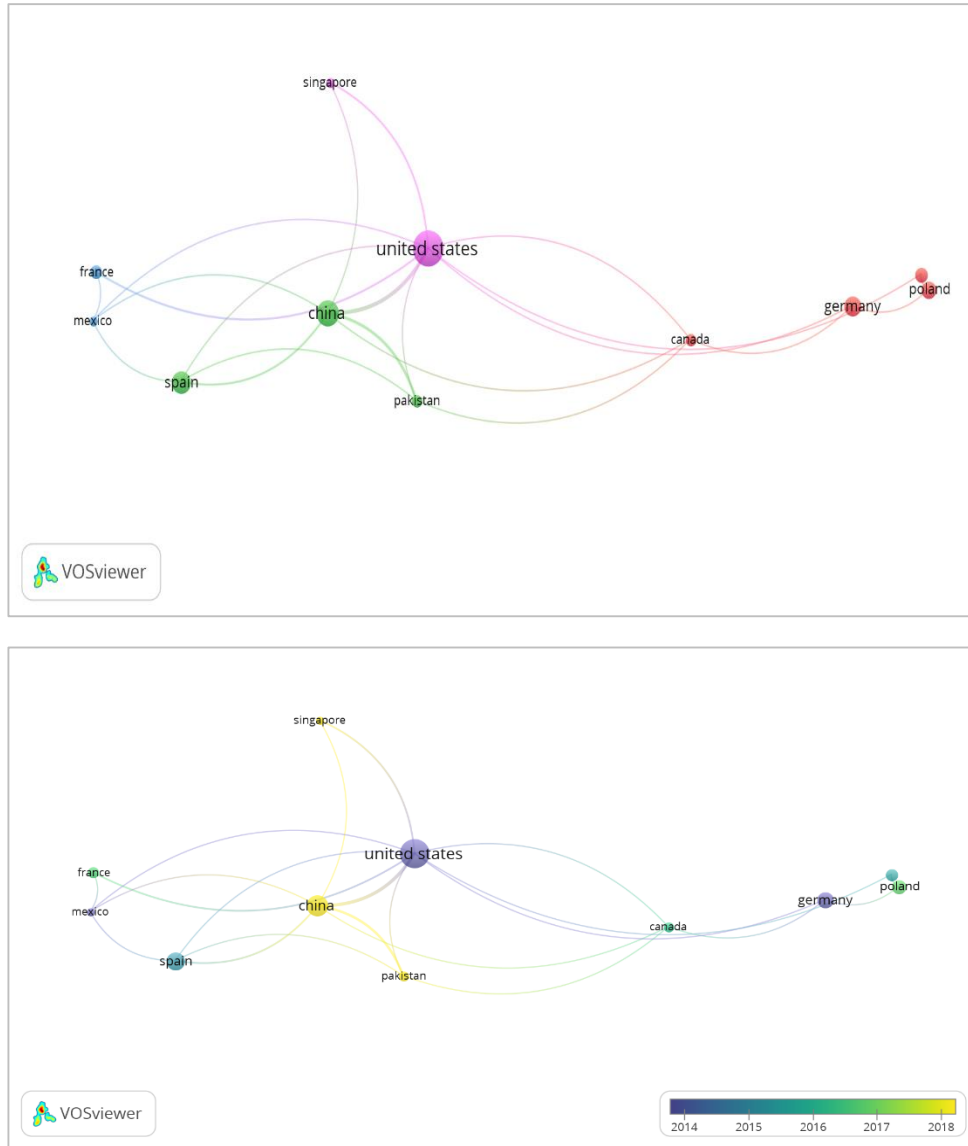
[YouTube Channel](#)

[Become a PoP Supporter](#)

Fuente: Autora

Redes de información software VOSviewer

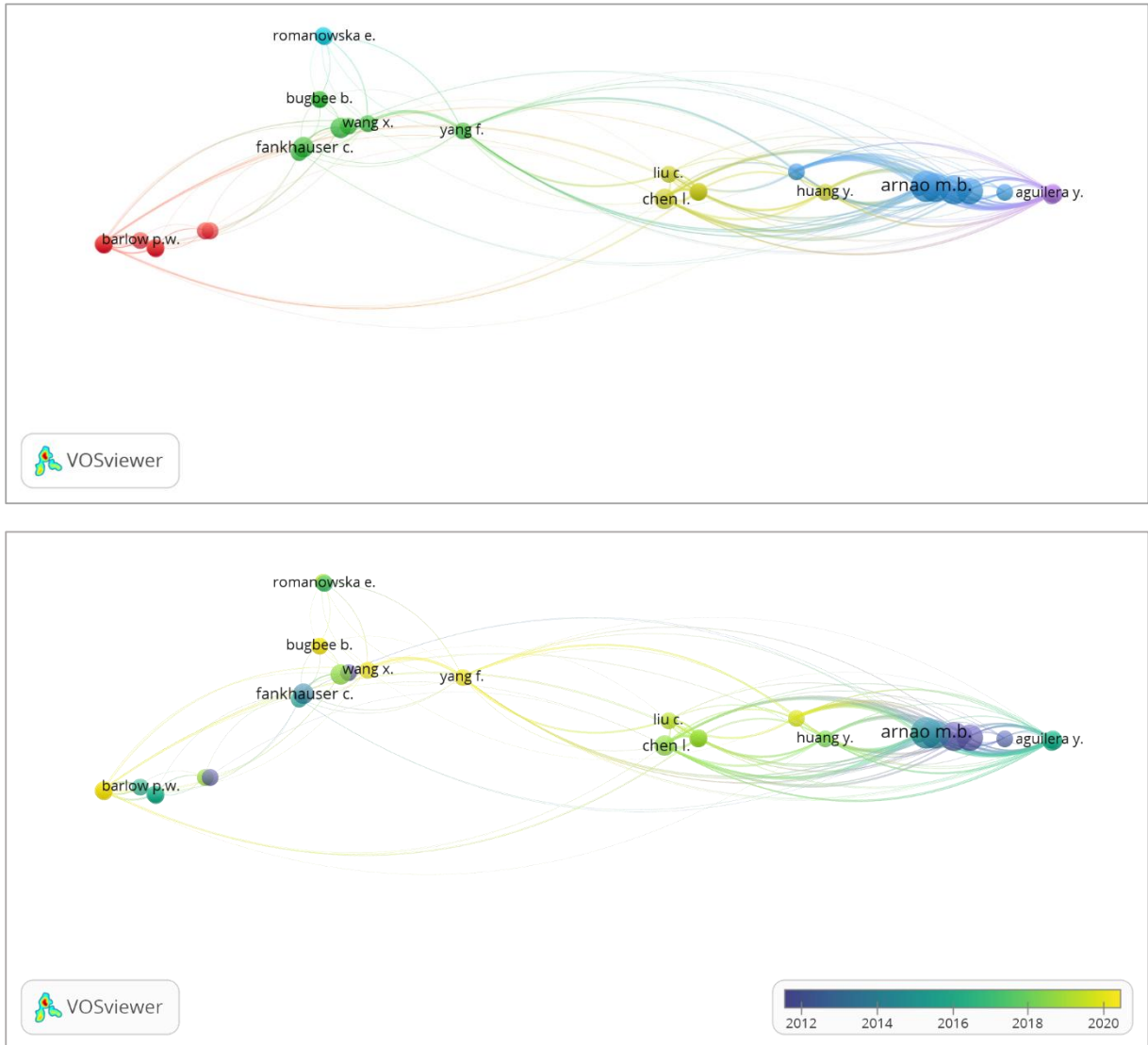
Imagen 15 Redes de información por países



Fuente: VOSviewer

Redes Autores

Imagen 16 Acopilamiento bibliográfico-Coautoría



Fuente: VOSviewer

11.4 Diseño de la propuesta metodológica

Para lograr el diseño de la propuesta metodológica se ha estudiado y revisado la documentación bibliográfica para sustentar el diseño, las variables a medir, el instrumento a usarse. La propuesta consta de tres fases que se detallan en las siguientes tablas

Tabla 13 Fases de la propuesta metodológica

FASE 1	FASE 2	FASE 3
Variables: melatonina y carotenoides	Variables: melatonina y carotenoides	Variables: melatonina y carotenoides
4 Especies vegetales: Fresa (<i>Fragaria ananassa</i>), Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i> L.), Menta Piperita (<i>Mentha piperita</i>), Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	2 Especies vegetales: por definir en la primera fase	2 Especies vegetales: por definir en la primera fase
Etapas de medición: Desarrollo vegetativo y floración	Etapas de medición: Etapas fenológicas de las especies vegetales	Etapas de medición: Etapas fenológicas de las especies vegetales
Instrumento: Raman	Instrumento: Raman	Instrumento: Raman, Aplicación Daffmoon y Fitotrón
		Variable: luminancia de la luna
Lugar: Instalaciones Yachay Tech (Invernadero y Laboratorio)	Lugar: Instalaciones Yachay Tech (Invernadero y Laboratorio)	Lugar: Instalaciones Yachay Tech Laboratorio en condiciones controladas.

Fuente: Autor

Tabla 14 Descripción general de las tres fases de la propuesta

Generación de una base de datos		
- Mediciones de Melatonina y carotenoides en una etapa específica de cada especie vegetal	- Mediciones de Melatonina y carotenoides en cada etapa fenológica de las especies vegetales	- Mediciones de Melatonina y carotenoides en cada etapa fenológica de las especies vegetales
- Uso del Instrumento RAMAN.	- Uso del Instrumento RAMAN.	- Uso del Instrumento RAMAN y Fitotrón.

- Medición en cuatro especies vegetales	Medición en dos especies vegetales	- Medición en diferentes longitudes de onda ajustadas a la luminancia de la Luna
		- Medición en dos especies vegetales
- Lugar: Invernadero y laboratorio	- Lugar: Invernadero y laboratorio	- Lugar: Laboratorio en condiciones controladas
Tiempo: 6 meses	Tiempo: 6-8 meses	Tiempo: 1 año

Fuente: Autor

Tabla 15 Descripción Primera Fase de la Propuesta

Ubicación geográfica	San Miguel de Urcuquí	Latitud: 0.4203
		Longitud: -78.1972
		Altitud: 2.287 m
		Clima: Clima mediterráneo
		Condiciones: invernadero
Duración de estudio (Toma de Datos)	Una semana (cada 24h)	Muestra: raíz, tallo, hojas, flores, fruto
		Medio día (12h00) y media noche (00h00). Punto Zenit
		Variables climáticas: Temperatura (T°), humedad relativa (HR), precipitación media.
Tipos de planta	Hierbas medicinales	Tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>)
		Menta piperita (<i>Mentha piperita</i>)
	Plantas frutales	Tomate (<i>Lycopersicon esculentum Mill.</i>)
		Fresa (<i>Fragaria ananassa</i>)
Fenología	Hierbas medicinales	Desarrollo vegetativo
	Plantas frutales	Floración (antesis)

Número de plantas por especie	10	
Instrumento	Raman y Daff Moon	
Duración total de la fase 1	6 meses	
Infraestructura	2 invernaderos portátiles	

Fuente: Autora

Tabla 16 Costos de primera fase de la propuesta

COSTOS		
Plantas (10 unidades)	\$ 200,00	Menta piperita: \$7,00 c/u
		Tomate: \$5,00 c/u
		Fresas: \$5,00 c/u
		Tomillo: \$3,00 c/u
Infraestructura (invernaderos)	\$ 500,00	Compra de invernaderos portátiles.
TOTAL	\$ 700,00	

Fuente: Autora

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se presenta la propuesta sustentada con 118 documentos científicos dentro de los cuales se dividen en libros, capítulos de libro, artículos científicos, artículos de Revisión, entre otros (tesis, artículos extra). Además, se categorizó por variable y factor Astronómico obteniendo un total de 30 documentos para la variable Melatonina, 22 documentos para la variable e instrumento Raman-Carotenoides, para el factor astronómico Luna y Luz se obtuvo un total de 50 documentos 26 y 24 respectivamente y para la categoría otros (tesis, artículos extra) se obtuvo 16 documentos.
- En conclusión, se conoce que existen otros métodos para medir melatonina (HPLC), pero no con espectrometría Raman, además no se usará cromatografía líquida debido al valor económico que representa.
- Se ha estudiado la luminancia de la Luna en genes de plantas, sin embargo, no se ha estudiado con respecto a la melatonina y carotenoides.
- Se concluye que para elaborar el diseño de la propuesta para estudiar las variables melatonina y carotenoides ante la influencia del espectro de luz lunar se ha sustentado con un total de 118 documentos científicos.
- En conclusión, la propuesta está definida de acuerdo a la disponibilidad del instrumento en Ecuador para el uso de la espectrometría Raman.
- Se recomienda realizar la fase experimental de la propuesta.
- Actualización de documentación bibliográfica al año 2022.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Afreen, F., Zobayed, S.M.A., & Kozai, T. (2006). Melatonin in *Glycyrrhiza uralensis*: Response of plant roots to spectral quality of light and UV-B radiation. *Journal of Pineal Research*, 41(2), 108-115, ISSN 07423098 (ISSN), <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2006.00337.x>
- Aguilera, Y., Liñáñana, R., Herrera, T., Rebollo-Hernanz, M., Sanchez-Puelles, C., Benítez, V., & Martín-Cabrejas, M.A. (2014). Effect of illumination on the content of melatonin, phenolic compounds, and antioxidant activity during germination of lentils (*Lens culinaris* L.) and kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(44), 10736-10743, ISSN 00218561 (ISSN), American Chemical Society, <https://doi.org/10.1021/jf503613w>
- Alamon, I. A. (2007). Effect of the internal and external factors on yield and qualitative quantitative characteristics of chamomile essential oil. *Acta Horticulturae*, 749, 45-64, ISSN 05677572 (ISSN), International Society for Horticultural Science, <https://doi.org/10.17660/actahortic.2007.749.3>
- Altangerel, N., Ariunbold, G.O., Gorman, C., Alkahtani, M.H., Borrego, E.J., Bohlmeier, D., Hemmer, P., Kolomiets, M.V., Yuan, J.S., & Scully, M.O. (2017). In vivo diagnostics of early abiotic plant stress response via Raman spectroscopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(13), 3393-3396, ISSN 00278424 (ISSN), National Academy of Sciences, <https://doi.org/10.1073/pnas.1701328114>
- Amaya, D.B.R. (2015). Food Carotenoids: Chemistry, Biology and Technology. *Food Carotenoids: Chemistry, Biology and Technology*, 1-310, ISSN 9781118864364 (ISBN); 9781118733301 (ISBN), Wiley Blackwell, <https://doi.org/10.1002/9781118864364>
- Andreatta, G., & Tessmar-Raible, K. (2020). The Still Dark Side of the Moon: Molecular Mechanisms of Lunar-Controlled Rhythms and Clocks. *Journal of Molecular Biology*, 432(12), 3525-3546, ISSN 00222836 (ISSN), Academic Press, <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2020.03.009>

- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2006). The physiological function of melatonin in plants. *Plant Signaling and Behavior*, 1(3), 89-95, ISSN 15592316 (ISSN), Landes Bioscience, <https://doi.org/10.4161/psb.1.3.2640>
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2009). Chemical stress by different agents affects the melatonin content of barley roots. *Journal of Pineal Research*, 46(3), 295-299, ISSN 07423098 (ISSN), <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2008.00660.x>
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2013). Growth conditions influence the melatonin content of tomato plants. *Food Chemistry*, 138(2), 1212-1214, ISSN 03088146 (ISSN), <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.077>
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2015). Functions of melatonin in plants: a review. *Journal of Pineal Research*, 59(2), 133-150, ISSN 07423098 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/jpi.12253>
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2018). Melatonin and its relationship to plant hormones. *Annals of Botany*, 121(2), 195-207, ISSN 03057364 (ISSN), Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/aob/mcx114>
- Back, K., Tan, D.-X., & Reiter, R.J. (2016). Melatonin biosynthesis in plants: multiple pathways catalyze tryptophan to melatonin in the cytoplasm or chloroplasts. *Journal of Pineal Research*, 61(4), 426-437, ISSN 07423098 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/jpi.12364>
- Badgujar, P.M., Wang, Y.-C., & Cheng, C.-L. (2021). A light-mediated study of carotenoids in carrots (*Daucus carota*) using resonance Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, 52(12), 2609-2620, ISSN 03770486 (ISSN), John Wiley and Sons Ltd, <https://doi.org/10.1002/jrs.6176>
- Baranoski, G.V.G., Leeuwen, S. Van, & Chen, T.F. (2017). In silico analysis of decomposed reflectances of C3 and C4 plants aiming at the effective assessment of crop needs. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(2), ISSN 19313195 (ISSN), SPIE, <https://doi.org/10.1117/1.JRS.11.026012>

- Baranska, M., Dobrowolski, J.C., & Zajac, G. (2016). In Situ Studies of Carotenoids in Plants and Animals. *Carotenoids in Nutrition: Therapy, Spectroscopy and Technology*, 131-146, ISSN 9781118622223 (ISBN); 9781118622261 (ISBN), Wiley Blackwell, <https://doi.org/10.1002/9781118622223.ch8>
- Barlow, P.W. (2015). Leaf movements and their relationship with the lunisolar gravitational force. *Annals of Botany*, 116(2), 149-187, ISSN 03057364 (ISSN), Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/aob/mcv096>
- Beilby, M.J., Turi, C.E., Baker, T.C., Tymm, F.J.M., & Murch, S.J. (2015). Circadian changes in endogenous concentrations of indole-3-acetic acid, melatonin, serotonin, abscisic acid and jasmonic acid in characeae (*Chara australis* brown). *Plant Signaling and Behavior*, 10(11), ISSN 15592316 (ISSN), Taylor and Francis Inc., <https://doi.org/10.1080/15592324.2015.1082697>
- Ben-Attia, M., Reinberg, A., Smolensky, M.H., Gadacha, W., Khedaier, A., Sani, M., Touitou, Y., & Boughamni, N.G. (2016). Blooming rhythms of cactus *Cereus peruvianus* with nocturnal peak at full moon during seasons of prolonged daytime photoperiod. *Chronobiology International*, 33(4), 419-430, ISSN 07420528 (ISSN), Taylor and Francis Ltd, <https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1157082>
- Björn, L.O. (2008). Photobiology: The science of life and light: Second edition. *Photobiology: The Science of Life and Light: Second Edition*, 1-684, ISSN 9780387726540 (ISBN), Springer New York, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-72655-7>
- Björn, L.O., & Govindjee (2015). The evolution of photosynthesis and its environmental impact. *Photobiology: The Science of Light and Life, Third Edition*, 207-230, ISSN 9781493914685 (ISBN); 9781493914678 (ISBN), Springer New York, https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1468-5_16
- Breitler, J.-C., Djerrab, D., Leran, S., Toniutti, L., Guittin, C., Severac, D., Pralong, M., Dereeper, A., Etienne, H., & Bertrand, B. (2020). Full moonlight-induced circadian clock entrainment in *Coffea arabica*. *BMC Plant Biology*, 20(1), ISSN 14712229 (ISSN), BioMed Central Ltd., <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2238-4>

- Briggs, W.R., & Christie, J.M. (2002). Phototropins 1 and 2: Versatile plant blue-light receptors. *Trends in Plant Science*, 7(5), 204-210, ISSN 13601385 (ISSN), [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02245-8](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02245-8)
- Chen, G., Huo, Y., Tan, D.-X., Liang, Z., Zhang, W., & Zhang, Y. (2003). Melatonin in Chinese medicinal herbs. *Life Sciences*, 73(1), 19-26, ISSN 00243205 (ISSN), Elsevier Inc., [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(03\)00252-2](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(03)00252-2)
- Cheng, G., Ma, T., Deng, Z., Gutiérrez-Gamboa, G., Ge, Q., Xu, P., Zhang, Q., Zhang, J., Meng, J., Reiter, R.J., Fang, Y., & Sun, X. (2021). Plant-derived melatonin from food: A gift of nature. *Food and Function*, 12(7), 2829-2849, ISSN 20426496 (ISSN), Royal Society of Chemistry, <https://doi.org/10.1039/d0fo03213a>
- Cheon, R. O. (2018). La Influencia De La Luna. *Luna Roja*, 107.
- Coughenour, C.L., Archer, A.W., & Lacovara, K.J. (2009). Tides, tidalites, and secular changes in the Earth-Moon system. *Earth-Science Reviews*, 97(1), 59-79, ISSN 00128252 (ISSN), <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.09.002>
- Danila, F.R., Quick, W.P., White, R.G., Caemmerer, S. von, & Furbank, R.T. (2019). Response of plasmodesmata formation in leaves of C4 grasses to growth irradiance. *Plant Cell and Environment*, 42(8), 2482-2494, ISSN 01407791 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/pce.13558>
- Demotes-Mainard, S., Péron, T., Corot, A., Bertheloot, J., Gourrierc, J. Le, Pelleschi-Travier, S., Crespel, L., Morel, P., Huché-Thélier, L., Boumaza, R., Vian, A., Guérin, V., Leduc, N., & Sakr, S. (2016). Plant responses to red and far-red lights, applications in horticulture. *Environmental and Experimental Botany*, 121, 4-21, ISSN 00988472 (ISSN), Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.05.010>
- Devlin, P.F., & Kay, S.A. (2000). Cryptochromes are required for phytochrome signaling to the circadian clock but not for rhythmicity. *Plant Cell*, 12(12), 2499-2509, ISSN 10404651 (ISSN), American Society of Plant Biologists, <https://doi.org/10.1105/tpc.12.12.2499>
- Dong, D., & Zhao, C. (2017). Limitations and challenges of using raman spectroscopy to detect the abiotic plant stress response. *Proceedings of the National Academy of Sciences of*

the United States of America, 114(28), ISSN 00278424 (ISSN), National Academy of Sciences, <https://doi.org/10.1073/pnas.1707408114>

Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, H.W., & Schloot, W. (1995). Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography mass spectrometry. *Journal of Pineal Research*, 18(1), 28-31, ISSN 07423098 (ISSN), <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.1995.tb00136.x>

Fan, J., Xie, Y., Zhang, Z., & Chen, L. (2018). Melatonin: A multifunctional factor in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(5), ISSN 16616596 (ISSN), MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/ijms19051528>

Fleming, G.D., Koch, R., Perez, J.M., & Cabrera, J.L. (2015). Raman and SERS study of N-acetyl-5-methoxytryptamine, melatonin - The influence of the different molecular fragments on the SERS effect Dedicated to the memory of Dennis P. Strommen.. *Vibrational Spectroscopy*, 80, 70-78, ISSN 09242031 (ISSN), Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2015.08.002>

Galvão, V.C., & Fankhauser, C. (2015). Sensing the light environment in plants: Photoreceptors and early signaling steps. *Current Opinion in Neurobiology*, 34, 46-53, ISSN 09594388 (ISSN), Elsevier Ltd, <https://doi.org/10.1016/j.conb.2015.01.013>

Gunasekaran, S., Balaji, R. Arun, Kumaresan, S., Anand, G., & Srinivasan, S. (2008). Experimental and theoretical investigations of spectroscopic properties of N-acetyl-5-methoxytryptamine. *Canadian Journal of Analytical Sciences and Spectroscopy*, 53(4), 149-162, ISSN 12056685 (ISSN), <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-72349097720&partnerID=40&md5=8632a8b39677f45805acc0c38edca6ef>

Hardeland, R. (1997). New actions of melatonin and their relevance to biometeorology. *International Journal of Biometeorology*, 41(2), 47-57, ISSN 00207128 (ISSN), Springer New York, <https://doi.org/10.1007/s004840050053>

- Hardeland, R. (2015). Melatonin in plants and other phototrophs: Advances and gaps concerning the diversity of functions. *Journal of Experimental Botany*, 66(3), 627-646, ISSN 00220957 (ISSN), Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/jxb/eru386>
- Hassan, M.U., Ghareeb, R.Y., Nawaz, M., Mahmood, A., Shah, A.N., Abdel-Megeed, A., Abdelsalam, N.R., Hashem, M., Alamri, S., Thabit, M.A., & Qari, S.H. (2022). Melatonin: A Vital Pro-Tectant for Crops against Heat Stress: Mechanisms and Prospects. *Agronomy*, 12(5), ISSN 20734395 (ISSN), MDPI, <https://doi.org/10.3390/agronomy12051116>
- Hernández-Ruiz, J., Cano, A., & Arnao, M.B. (2021). A phytemelatonin-rich extract obtained from selected herbs with application as plant growth regulator. *Plants*, 10(10), ISSN 22237747 (ISSN), MDPI, <https://doi.org/10.3390/plants10102143>
- Herrera, T., Aguilera, Y., Rebollo-Hernanz, M., Bravo, E., Benítez, V., Martínez-Sáez, N., Arribas, S.M., Castillo, M.D. del, & Martín Cabrejas, M.A. (2018). Teas and herbal infusions as sources of melatonin and other bioactive non-nutrient components. *LWT*, 89, 65-73, ISSN 00236438 (ISSN), Academic Press, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.031>
- Hsu, P.Y., & Harmer, S.L. (2014). Wheels within wheels: The plant circadian system. *Trends in Plant Science*, 19(4), 240-249, ISSN 13601385 (ISSN), Elsevier Ltd, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.11.007>
- Islam, M.A., Tarkowská, D., Clarke, J.L., Blystad, D.-R., Gislerød, H.R., Torre, S., & Olsen, J.E. (2014). Impact of end-of-day red and far-red light on plant morphology and hormone physiology of poinsettia. *Scientia Horticulturae*, 174(1), 77-86, ISSN 03044238 (ISSN), Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.013>
- Johnsson, A., Helfrich-Förster, C., & Engelmann, W. (2015). How light resets circadian clocks. *Photobiology: The Science of Light and Life, Third Edition*, 243-297, ISSN 9781493914685 (ISBN); 9781493914678 (ISBN), Springer New York, https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1468-5_18

- Kadman-zahavi, A., & Peiper, D. (1987). Effects of moonlight on flower induction in *Pharbitis nil*, using a single dark period. *Annals of Botany*, 60(6), 621-623, ISSN 03057364 (ISSN), Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087491>
- Kami, C., Lorrain, S., Hornitschek, P., & Fankhauser, C. (2010). Light-regulated plant growth and development. *Current Topics in Developmental Biology*, 91, 29-66, ISSN 00702153 (ISSN), Academic Press Inc., [https://doi.org/10.1016/S0070-2153\(10\)91002-8](https://doi.org/10.1016/S0070-2153(10)91002-8)
- Kieffer, H.H., & Stone, T.C. (2005). The spectral irradiance of the moon. *Astronomical Journal*, 129(6), 2887-2901, ISSN 00046256 (ISSN), <https://doi.org/10.1086/430185>
- Klein, G. (2007). Farewell to the internal clock: A contribution in the field of chronobiology. *Farewell to the Internal Clock: A Contribution in the Field of Chronobiology*, 1-116, ISSN 9780387693583 (ISBN); 0387403159 (ISBN); 9780387403151 (ISBN), Springer New York, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-69358-3>
- Kolašinac, S.M., Stevanović, Z.P.D., Kilibarda, S.N., & Kostić, A. (2021). Carotenoids : New applications of old pigments. *Phyton*, 90(4), 1041-1062, ISSN 00319457 (ISSN), Tech Science Press, <https://doi.org/10.32604/phyton.2021.015996>
- Kong, S.-G., & Okajima, K. (2016). Diverse photoreceptors and light responses in plants. *Journal of Plant Research*, 129(2), 111-114, ISSN 09189440 (ISSN), Springer-Verlag Tokyo, <https://doi.org/10.1007/s10265-016-0792-5>
- Kusuma, P., Westmoreland, F. Mitchell, Zhen, S., & Bugbee, B. (2021). Photons from NIR LEDs can delay flowering in short-day soybean and Cannabis: Implications for phytochrome activity. *PLoS ONE*, 16(7), ISSN 19326203 (ISSN), Public Library of Science, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255232>
- Li, X.-L., Xu, K.-W., & He, Y. (2017). Determination of Carotenoids Contents in Tea Leaves Based on Raman Spectroscopy. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis*, 37(11), 3465-3470, ISSN 10000593 (ISSN), Science Press, [https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593\(2017\)11-3465-06](https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593(2017)11-3465-06)

- Li, Y., Liu, C., Shi, Q., Yang, F., & Wei, M. (2021). Mixed red and blue light promotes ripening and improves quality of tomato fruit by influencing melatonin content. *Environmental and Experimental Botany*, 185, ISSN 00988472 (ISSN), Elsevier B.V., <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104407>
- Li, Y.-B., Song, H., Zhou, L., Xu, Z.-Z., & Zhou, G.-S. (2017). Modeling study on photosynthetic-light response curves of a C4 plant, maize. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 41(12), 1289-1300, ISSN 1005264X (ISSN), Editorial Office of Chinese Journal of Plant Ecology, <https://doi.org/10.17521/cjpe.2017.0158>
- Liou, K.N., (2002). Chapter 1 Fundamentals of radiation for atmospheric applications. *International Geophysics*, 84, 1-36, ISSN 00746142 (ISSN), Academic Press, [https://doi.org/10.1016/S0074-6142\(02\)80016-X](https://doi.org/10.1016/S0074-6142(02)80016-X)
- Liou, K.N.,(2002). Chapter 4 Thermal infrared radiation transfer in the atmosphere. *International Geophysics*, 84, 116-168, ISSN 00746142 (ISSN), Academic Press, [https://doi.org/10.1016/S0074-6142\(02\)80019-5](https://doi.org/10.1016/S0074-6142(02)80019-5)
- Lu, X., Song, S., Xiao, Y., Fan, F., Zhou, Y., Jia, G., Tang, W., & Peng, J. (2021). Circadian clock-coordinated response to chilling stress in rice. *Environmental and Experimental Botany*, 185, ISSN 00988472 (ISSN), Elsevier B.V., <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104398>
- Möglich, A., Yang, X., Ayers, R.A., & Moffat, K. (2010). Structure and function of plant photoreceptors. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 21-47, ISSN 15435008 (ISSN), <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112259>
- Macarena, L.-S., María, J.A.-C., & Antonio, M.-D. (2010). Olive fruit growth and ripening as seen by vibrational spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(1), 82-87, ISSN 00218561 (ISSN), <https://doi.org/10.1021/jf902509f>
- Mannino, G., Pernici, C., Serio, G., Gentile, C., & Berteà, C.M. (2021). Melatonin and phyto-melatonin: Chemistry, biosynthesis, metabolism, distribution and bioactivity in plants and animals an overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(18), ISSN 16616596 (ISSN), MDPI, <https://doi.org/10.3390/ijms22189996>

- Mayoral, O., Solbes, J., Cant³, J., & Pina, T. (2020). What has been thought and taught on the lunar influence on plants in agriculture? Perspective from physics and biology. *Agronomy*, 10(7), ISSN 20734395 (ISSN), MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/agronomy10070955>
- Millar, A.J. (2016). The Intracellular Dynamics of Circadian Clocks Reach for the Light of Ecology and Evolution. *Annual Review of Plant Biology*, 67, 595-618, ISSN 15435008 (ISSN), Annual Reviews Inc., <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043014-115619>
- Miller, S.D., & Turner, R.E. (2009). A dynamic lunar spectral irradiance data set for NPOESS/VIIRS day/night band night time environmental applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(7), 2316-2329, ISSN 01962892 (ISSN), <https://doi.org/10.1109/TGRS.2009.2012696>
- Min, M., Deng, J., Liu, C., Guo, J., Lu, N., Hu, X., Chen, L., Zhang, P., Lu, Q., & Wang, L. (2017). An investigation of the implications of lunar illumination spectral changes for Day/Night Band-based cloud property retrieval due to lunar phase transition. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122(17), 9233-9244, ISSN 2169897X (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1002/2017JD027117>
- Min, M., Zheng, J., Zhang, P., Hu, X., Chen, L., Li, X., Huang, Y., & Zhu, L. (2020). A low-light radiative transfer model for satellite observations of moonlight and earth surface light at night. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 247, ISSN 00224073 (ISSN), Elsevier Ltd, <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2020.106954>
- Mironov, V.L., Kondratev, A.Y., & Mironova, A.V. (2020). Growth of Sphagnum is strongly rhythmic: contribution of the seasonal, circalunar and third components. *Physiologia Plantarum*, 168(4), 765-776, ISSN 00319317 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/ppl.13037>
- Naqvi, S.M.Z.A., Zhang, Y., Ahmed, S., Abdulraheem, M.I., Hu, J., Tahir, M.N., & Raghavan, V. (2022). Applied surface enhanced Raman Spectroscopy in plant hormones detection, annexation of advanced technologies: A review. *Talanta*, 236, ISSN 00399140 (ISSN), Elsevier B.V., <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122823>

- Nawaz, M.A., Huang, Y., Bie, Z., Ahmed, W., Reiter, R.J., Niu, M., & Hameed, S. (2016). Melatonin: Current status and future perspectives in plant science. *Frontiers in Plant Science*, 6, ISSN 1664462X (ISSN), Frontiers Research Foundation, <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01230>
- Oleszkiewicz, T., Pacia, M.Z., Grzebelus, E., & Baranski, R. (2020). Light Microscopy and Raman Imaging of Carotenoids in Plant Cells In Situ and in Released Carotene Crystals. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 2083, 245-260, ISSN 19406029 (ISSN), NLM (Medline), https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9952-1_19
- Pagarigan, A.M.V., & Caya, M.V. (2019). Development of LED light compensation system for agricultural application. *10th IEEE International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management, HNICEM 2018*, ISSN 9781538677674 (ISBN), Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., <https://doi.org/10.1109/HNICEM.2018.8666396>
- Paredes, S.D., Korkmaz, A., Manchester, L.C., Tan, D.-X., & Reiter, R.J. (2009). Phytomelatonin: A review. *Journal of Experimental Botany*, 60(1), 57-69, ISSN 00220957 (ISSN), <https://doi.org/10.1093/jxb/ern284>
- Park, W.J. (2011). Melatonin as an Endogenous Plant Regulatory Signal: Debates and Perspectives. *Journal of Plant Biology*, 54(3), 143-149, ISSN 12269239 (ISSN), <https://doi.org/10.1007/s12374-011-9159-6>
- Park, Y., & Runkle, E.S. (2017). Far-red radiation promotes growth of seedlings by increasing leaf expansion and whole-plant net assimilation. *Environmental and Experimental Botany*, 136, 41-49, ISSN 00988472 (ISSN), Elsevier B.V., <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.12.013>
- Qin, J., Chao, K., & Kim, M.S. (2012). Nondestructive evaluation of internal maturity of tomatoes using spatially offset Raman spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 71, 21-31, ISSN 09255214 (ISSN), <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.04.008>

- Raible, F., Takekata, H., & Tessmar-Raible, K. (2017). An overview of monthly rhythms and clocks. *Frontiers in Neurology*, 8, ISSN 16642295 (ISSN), Frontiers Research Foundation, <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00189>
- Rathore, S., & Kumar, R. (2021). Agronomic interventions affect the growth, yield, and essential oil composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in the western Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 171, ISSN 09266690 (ISSN), Elsevier B.V., <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113873>
- Raven, J.A., & Cockell, C.S. (2006). Influence on photosynthesis of starlight, moonlight, planetlight, and light pollution (reflections on photosynthetically active radiation in the universe). *Astrobiology*, 6(4), 668-675, ISSN 15311074 (ISSN), <https://doi.org/10.1089/ast.2006.6.668>
- Reinberg, A., Smolensky, M.H., & Touitou, Y. (2016). The full moon as a synchronizer of circa-monthly biological rhythms: Chronobiologic perspectives based on multidisciplinary naturalistic research. *Chronobiology International*, 33(5), 465-479, ISSN 07420528 (ISSN), Taylor and Francis Ltd, <https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1157083>
- Reiter, R.J., Tan, D.-X., Zhou, Z., Cruz, M.H.C., Fuentes-Broto, L., & Galano, A. (2015). Melatonin: Assisting plants to survive and thrive. *Molecules*, 20(4), 7396-7437, ISSN 14203049 (ISSN), MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/molecules20047396>
- Riga, P., Medina, S., García-Flores, L.A., & Gil-Izquierdo, A. (2014). Melatonin content of pepper and tomato fruits. Effects of cultivar and solar radiation. *Food Chemistry*, 156, 347-352, ISSN 03088146 (ISSN), <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.117>
- Roenneberg, T., Daan, S., & Merrow, M. (2003). The art of entrainment. *Journal of Biological Rhythms*, 18(3), 183-194, ISSN 07487304 (ISSN), <https://doi.org/10.1177/0748730403018003001>
- Rogowski, P., Wasilewska-Debowska, W., Urban, A., & Romanowska, E. (2018). Maize bundle sheath chloroplasts - a unique model of permanent State 2. *Environmental and*

Experimental Botany, 155, 321-331, ISSN 00988472 (ISSN), Elsevier B.V.,
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.07.012>

Salazar-Juárez, A., Parra-Gómez, L., Barbosa-Méndez, S., Leff, P., & Antón, B. (2006). Photic entrainment. Basic concepts. Part one. *Salud Mental*, 29(3), 11-17, ISSN 01853325 (ISSN), Instituto Nacional de Psiquiatria Ramon de la Fuente, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33747405544&partnerID=40&md5=49bffecefeb5d7b3391d796bb973c908d>

Saletnik, A., Saletnik, B., & Puchalski, C. (2021). Overview of popular techniques of raman spectroscopy and their potential in the study of plants tissus. *Molecules*, 26(6), ISSN 14203049 (ISSN), MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/molecules26061537>

Salzer, R., & Siesler, H.W. (2014). Infrared and Raman Spectroscopic Imaging : Second Edition. *Infrared and Raman Spectroscopic Imaging : Second Edition*, 2147483647, 1-628, ISSN 9783527678136 (ISBN); 9783527336524 (ISBN), Wiley Blackwell, <https://doi.org/10.1002/9783527678136>

Schroer, S., & Hölker, F. (2017). Impact of lighting on flora and fauna. *Handbook of Advanced Lighting Technology*, 957-989, ISSN 9783319001760 (ISBN); 9783319001753 (ISBN), Springer International Publishing, https://doi.org/10.1007/978-3-319-00176-0_42

Schulz, H., Baranska, M., & Baranski, R. (2005). Potential of NIR-FT-Raman spectroscopy in natural carotenoid analysis. *Biopolymers*, 77(4), 212-221, ISSN 00063525 (ISSN), <https://doi.org/10.1002/bip.20215>

Schulz, H., Krähmer, A., Naumann, A., & Gudi, G. (2014). Infrared and Raman Spectroscopic Mapping and Imaging of Plant Materials. *Infrared and Raman Spectroscopic Imaging: Second Edition*, 2147483647, 225-294, ISSN 9783527678136 (ISBN); 9783527336524 (ISBN), Wiley Blackwell, <https://doi.org/10.1002/9783527678136.ch6>

Sebai, H., Jabri, M.-A., Souli, A., Hosni, K., Rtibi, K., Tebourbi, O., El-Benna, J., & Sakly, M. (2015). Chemical composition, antioxidant properties and hepatoprotective effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.) decoction extract against alcohol-induced oxidative

- stress in rat. *General Physiology and Biophysics*, 34(3), 263-275, ISSN 02315882 (ISSN), Slovak Academy of Sciences, https://doi.org/10.4149/gpb_2014039
- Seluzicki, A., Burko, Y., & Chory, J. (2017). Dancing in the dark: Darkness as a signal in plants. *Plant Cell and Environment*, ISSN 01407791 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/pce.12900>
- Sharif, R., Xie, C., Zhang, H., Arnao, M.B., Ali, M., Ali, Q., Muhammad, I., Shalmani, A., Nawaz, M.A., Chen, P., & Li, Y. (2018). Melatonin and its effects on plant systems. *Molecules*, 23(9), ISSN 14203049 (ISSN), MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/molecules23092352>
- Shkuratov, Y., Opanasenko, N., Korokhin, V., & Videen, G. (2015). The moon. *Polarimetry of Stars and Planetary Systems*, 303-319, ISSN 9781107358249 (ISBN); 9781107043909 (ISBN), Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107358249.018>
- Shuguli, Y. (2022). *Primera relación de factores astronómicos y variables meteorológicas asociados con la fenología de las plantas - revisión bibliográfica*". Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Singh, G., Abbas, J.M., Dogra, S.D., Sachdeva, R., Rai, B., Tripathi, S.K., Prakash, S., Sathe, V., & Saini, G.S.S. (2014). Vibrational and electronic spectroscopic studies of melatonin. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 118, 73-81, ISSN 13861425 (ISSN), <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.08.077>
- Sng, B.J.R., Singh, G.P., Vu, K. Van, Chua, N.-H., Ram, R.J., & Jang, I.-C. (2020). Rapid metabolite response in leaf blade and petiole as a marker for shade avoidance syndrome. *Plant Methods*, 16(1), ISSN 17464811 (ISSN), BioMed Central Ltd, <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00688-0>
- Solbes, J., Cantá, J., Mayoral, O., & Pina, T. (2021). Does How Physic explain Moon's influence on Earth? A teaching proposal. *Revista Eureka*, 18(3), ISSN 1697011X (ISSN), Universidad de Cádiz y Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia, https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I3.37

- Sun, J., & Xiong, X. (2021). Improved Lunar Irradiance Model Using Multiyear MODIS Lunar Observations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 59(6), 5154-5170, ISSN 01962892 (ISSN), Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., <https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.3011831>
- Taiz, L., & Zeiger, E (2002). Plant physiology. 3rd. England: Sinauer Associates
- Tan, D.-X. (2015). Melatonin and plants. *Journal of Experimental Botany*, 66(3), 625-626, ISSN 00220957 (ISSN), Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/jxb/eru523>
- Tan, T., Li, S., Fan, Y., Wang, Z., Raza, M. Ali, Shafiq, I., Wang, B., Wu, X., Yong, T., Wang, X., Wu, Y., Yang, F., & Yang, W. (2022). Far-red light: A regulator of plant morphology and photosynthetic capacity. *Crop Journal*, 10(2), 300-309, ISSN 20955421 (ISSN), Institute of Crop Sciences, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.06.007>
- Tassel, D.L. Van, Roberts, N., Lewy, A., & O'Neill, S.D. (2001). Melatonin in plant organs. *Journal of Pineal Research*, 31(1), 8-15, ISSN 07423098 (ISSN), <https://doi.org/10.1034/j.1600-079X.2001.310102.x>
- Vetter, C., Juda, M., Lang, D., Wojtysiak, A., & Roenneberg, T. (2011). Blue-enriched office light competes with natural light as a zeitgeber. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 37(5), 437-445, ISSN 03553140 (ISSN), <https://doi.org/10.5271/sjweh.3144>
- Vogt, K.A., Beard, K.H., Hammann, S., Palmiotto, J.O., Vogt, D.J., Scatena, F.N., & Hecht, B.P. (2002). Indigenous knowledge informing management of tropical forests: The link between rhythms in plant secondary chemistry and lunar cycles. *Ambio*, 31(6), 485-490, ISSN 00447447 (ISSN), Royal Swedish Academy of Sciences, <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.6.485>
- Wang, X., Wang, Y., Ling, A., Guo, Z., Asim, M., Song, F., Wang, Q., Sun, Y., Khan, R., Yan, H., & Shi, Y. (2020). Rationale: Photosynthesis of Vascular Plants in Dim Light. *Frontiers in Plant Science*, 11, ISSN 1664462X (ISSN), Frontiers Media S.A., <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.573881>

- Wang, Y., Burgess, S.J., Becker, E.M. de, & Long, S.P. (2020). Photosynthesis in the fleeting shadows: an overlooked opportunity for increasing crop productivity?. *Plant Journal*, *101*(4), 874-884, ISSN 09607412 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/tpj.14663>
- Wang, Y., Zhang, T., & Folta, K.M. (2015). Green light augments far-red-light-induced shade response. *Plant Growth Regulation*, *77*(2), 147-155, ISSN 01676903 (ISSN), Kluwer Academic Publishers, <https://doi.org/10.1007/s10725-015-0046-x>
- Wasilewska- Dębowska, W., Zienkiewicz, M., & Drozak, A. (2022). How Light Reactions of Photosynthesis in C4 Plants Are Optimized and Protected under High Light Conditions. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(7), ISSN 16616596 (ISSN), MDPI, <https://doi.org/10.3390/ijms23073626>
- Wei, D., Chen, S., & Liu, Q. (2015). Review of fluorescence suppression techniques in Raman spectroscopy. *Applied Spectroscopy Reviews*, *50*(5), 387-406, ISSN 05704928 (ISSN), Bellwether Publishing, Ltd., <https://doi.org/10.1080/05704928.2014.999936>
- Wit, M. De, Galvão, V.C., & Fankhauser, C. (2016). Light-Mediated Hormonal Regulation of Plant Growth and Development. *Annual Review of Plant Biology*, *67*, 513-537, ISSN 15435008 (ISSN), Annual Reviews Inc., <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043015-112252>
- Zajączkowska, U., & Barlow, P.W. (2017). The effect of lunisolar tidal acceleration on stem elongation growth, nutations and leaf movements in peppermint (*Mentha piperita L.*). *Plant Biology*, *19*(4), 630-642, ISSN 14358603 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1111/plb.12561>
- Zeng, W., Mostafa, S., Lu, Z., & Jin, B. (2022). Melatonin-Mediated Abiotic Stress Tolerance in Plants. *Frontiers in Plant Science*, *13*, ISSN 1664462X (ISSN), Frontiers Media S.A., <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.847175>
- Zhen, S., & Bugbee, B. (2020). Steady-state stomatal responses of C3 and C4 species to blue light fraction: Interactions with CO2 concentration. *Plant Cell and Environment*, *43*(12),

3020-3032, ISSN 01407791 (ISSN), Blackwell Publishing Ltd,
<https://doi.org/10.1111/pce.13888>

Zienkiewicz, M., Drożak, A., Wasilewska, W., Baćławska, I., Przedpelska-Wąsowicz, E., & Romanowska, E. (2015). The short-term response of *Arabidopsis thaliana* (C3) and *Zea mays* (C4) chloroplasts to red and far red light. *Planta*, 242(6), 1479-1493, ISSN 00320935 (ISSN), Springer Verlag, <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2392-3>

14. ANEXOS

Anexo 1. Carotenoides predominantes en diferentes tipos de plantas

Nombre común	Nombre científico	Muestra	Carotenoides predominantes
Saffron	<i>Crocus sativus</i> L.	Estigma	crocetina
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i> L.	Pétalo	Auroxantina
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i> L.	Pétalo/polen	Flavoxantina Luteoxantina
Manzanilla	<i>Chamomilla recutita</i> L.	Polen	carotenoide
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i> L.	Polen	luteína Anteraxantina
Durazno	<i>Prunus perica</i> L. var. <i>nucipersica</i>	Fruto	β - criptoxantina
Carrot	<i>Daucus carota</i> L.	Raíz (amarilla)	luteína
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L. Ivy	hoja	luteína β - caroteno
Hiedra	<i>Hedera helix</i> L.	hoja	luteína β - caroteno
'Canadale Gold'	<i>Euonymus fortunei</i> Turcs.	hoja	luteína β - caroteno
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	hoja	luteína β - caroteno
Begonia	<i>Begonia x semperflorens-cultorum</i>	hoja	luteína β - caroteno
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> L.	Flores	Luteína
Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Vaina verde	β - caroteno Luteína
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	semillas	β - caroteno Zeaxantina
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Fruto	β - caroteno
Albaricoque	<i>Prunus armeniaca</i> L.	Fruto	β - caroteno
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	Raíz (anaranjada)	β - caroteno
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	Semillas	<i>cis</i> - Bixina <i>trans</i> - Bixina
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> L.	Fruto rojo	Capsantina
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thumb.	Fruto	Lycopeno
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Fruto	Lycopeno
		polvo	Luteína
		polvo	α - caroteno
		polvo	β - caroteno

Fuente: (Baranska et al., 2014)

Anexo 2. Contenido de melatonina en diferentes tipo de plantas y alimentos

Nº	Tipo	Nombre Común	Nombre científico	Melatonina ng/g	Método
124	alimento	Vino Chardonnay	—	0.16 ng/ g	CEC
125	alimento	Vino Malbec	—	0.24 ng/ g	CEC
123	alimento	Vino Trebbiano	—	0.4 ng/ g	HPLC-F
122	alimento	Vino Sangiovese	—	0.5 ng/ g	HPLC-F
119	alimento	Nueces	<i>Juglans regia</i> L.	3.5 ng/ g	HPLC-ECD
121	alimento	Vino Merlot	—	4.4 ng/ g	UPLC-MS/MS
120	alimento	Vino Gropello	—	6.3 ng/ g	UPLC-MS/MS
109	alimento	Coffee	—	5800 ng/ g	LC-MS/MS
138	alimento	Vino Jaén Tinto	—	— ng/ g	HPLC-MS/MS
139	alimento	Vino Merlot	—	— ng/ g	HPLC-MS/MS
141	alimento	Palomino Negro vino	—	— ng/ g	HPLC-MS/MS
156	alimento	Bálsamo de limón	<i>Lemon balm</i>	— ng/ g	HPLC-ESI- MS/MS
112	alimento	Mostaza de la India	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern. et Coss.	0.005 ng/ g	LC-MS/MS
152	alimento	Vinos tintos	—	0.05– 0.62 ng/ g	UPLC-HR-MS
155	alimento	Vinagres balsámicos de Módena	—	0.11– 0.13 ng/ g	UPLC-HR-MS
154	alimento	Vinos de postre	—	0.11– 0.31 ng/ g	UPLC-HR-MS
136	alimento	Vino Tempranillo	—	0.14 ng/ g	ELISA
130	alimento	Vino Jaén Tinto	—	0.16 ng/ g	ELISA
153	alimento	Vinos blancos	—	0.18 ng/ g	UPLC-HR-MS
134	alimento	Prieto Picudo vino	—	0.19 ng/ g	ELISA
148	alimento	Pulpa de la uva en el pre-ensado	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.2 ng/ g	UPLC-MS/MS
131	alimento	Vino Merlot	—	0.21 ng/ g	ELISA
133	alimento	Petit Verdot vino	—	0.22 ng/ g	ELISA
135	alimento	Vino Syrah	—	0.22 ng/ g	ELISA
129	alimento	Vino Cabernet Sauvignon	—	0.23 ng/ g	ELISA
132	alimento	Vino Palomino Negro	—	0.28 ng/ g	ELISA

117	alimento	Grappa Albana	—	0.3	ng/ g	MEPS-HPLC-F
128	alimento	Vino Cabernet Sauvignon	—	0.32	ng/ g	CEC
118	alimento	Zumo de uva	—	0.5	ng/ g	MEPS-HPLC-F
116	alimento	Vino Albana	—	0.6	ng/ g	MEPS-HPLC-F
115	alimento	Mosto Albana	—	1.1	ng/ g	MEPS-HPLC-F
145	alimento	Vino Tempranillo	—	129.5	ng/ g	HPLC-MS/MS
137	alimento	Vino Cabernet Sauvignon	—	14.2	ng/ g	HPLC-MS/MS
146	alimento	Piel de uva en preenvasado	<i>Vitis vinifera</i> L.	17.5	ng/ g	UPLC-MS/MS
149	alimento	Pulpa de la uva en el enjuague	<i>Vitis vinifera</i> L.	3.9	ng/ g	UPLC-MS/MS
143	alimento	Prieto Picudo vino	—	49.0	ng/ g	HPLC-MS/MS
142	alimento	Petit Verdot vino	—	5.1	ng/ g	HPLC-MS/MS
239	alimento	Frijoles Coffee	<i>Coffea</i> sp.	5800–6800	ng/ g	LC-MS-ESI
108	alimento	Aceite de oliva virgen extra	—	71–119	ng/ pg ml–l	ELISA
144	alimento	Vino Syrah	—	86.5	ng/ g	HPLC-MS/MS
147	alimento	Piel de la uva en el envero	<i>Vitis vinifera</i> L.	9.3	ng/ g	UPLC-MS/MS
179	arbusto	Gouteng	<i>Uncaria rhynchophylla</i>	2460	ng/ g	HPLC-FD
235	Cáscara de mandarina	Chenpi	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	25	ng/ g	HPLC-FD
20	Cereal			0.38	ng/ g	Radioimmunoassay
19	Cereal	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	0.87	ng/ g	GC-MS
58	Cereal	Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	1.00	ng/ g	Radioimmunoassay
50	Cereal	Maíz dulce	<i>Zea mays</i> Linn.	1.37	ng/ g	Radioimmunoassay
68	Cereal	Arroz	<i>Oryza sativum japonica</i>	1.50	ng/ g	GC-MS
59	Cereal	Avena	<i>Avena sativa</i> L.	1.80	ng/ g	Radioimmunoassay
51	Cereal	Maíz	<i>Zea maiz</i>	1.88	ng/ g	GC-MS
84	Fruta	Cereza ambrunés	<i>Prunus avium</i> L.	-	ng/ g	HPLC-MS
90	Fruta	Baya tailandesa	<i>Antidesma thwaitesianum</i>	-	ng/ g	HPLC-FD & ELISA
86	Fruta	Pico Limón Negro	<i>Prunus avium</i> L.	0.006	ng/ g	HPLC-MS

3	Fruta		<i>Musa sapientum</i> L.	0.01	ng/ g	HPLC- FD&ELISA
6	Fruta	Fresa	<i>Fragaria magna</i>	0.01	ng/ g	Radioimmunoassa y
73	Fruta	Uva cabernet franc (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.01	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
83	Fruta	Cereza Van	<i>Prunus avium</i> L.	0.01	ng/ g	HPLC-MS
53	Fruta	Kiwis	<i>Actinidia chinensis</i>	0.02	ng/ g	Radioimmunoassa y
75	Fruta	Uva Marzemino (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.03	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
82	Fruta	Cereza Navalinda	<i>Prunus avium</i> L.	0.03	ng/ g	HPLC-MS
13	Fruta			0.04	ng/ g	Radioimmunoassa y
4	Fruta	Manzana	<i>Malus domestica</i>	0.05	ng/ g	Radioimmunoassa y
85	Fruta	Cereza Pico Colorado	<i>Prunus avium</i> L.	0.05	ng/ g	HPLC-MS
80	Fruta	Cereza de corazón	<i>Prunus avium</i> L.	0.06	ng/ g	HPLC-MS
81	Fruta	Cereza Pico Negro	<i>Prunus avium</i> L.	0.12	ng/ g	HPLC-MS
7	Fruta		<i>Fragaria magna</i>	0.14	ng/ g	GC-MS
87	Fruta	Naranja	<i>Citrus reticulata</i>	0.15	ng/ g	HPLC-FD & ELISA
5	Fruta		<i>Malus domestica</i>	0.16	ng/ g	GC-MS
64	Fruta	Granada	<i>Punica granatum</i>	0.17	ng/ g	GC-MS
79	Fruta	Cereza burlat	<i>Prunus avium</i> L.	0.22	ng/ g	HPLC-MS
89	Fruta	Papaya	<i>Carica papyra</i> L.	0.24	ng/ g	HPLC-FD & ELISA
78	Fruta	Uva Merlot (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.26	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
12	Fruta	Piña	<i>Ananus comosus</i> Merr.	0.28	ng/ g	GC-MS
14	Fruta			0.30	ng/ g	HPLC- FD&ELISA
77	Fruta	Uva Sangiovese (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.33	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
74	Fruta	Uva Cabernet sauvignon (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.42	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
1	Fruta	Plátano	<i>Musa sapientum</i> L.	0.47	ng/ g	RIA and GC-MS
92	Fruta	Moras de Baiyuwang	<i>Fructus Mori</i>	0.58	ng/ g	HPLC-ESI- MS/MS
71	Fruta	Uva Barbera (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.63	ng/ g	HPLC-FD and ELISA
2	Fruta		<i>Musa sapientum</i> L.	0.66	ng/ g	GC-MS
88	Fruta	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	0.70	ng/ g	HPLC-FD & ELISA

72	Fruta	Uva Croatina (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.87	ng/g	HPLC-FD and ELISA
76	Fruta	Uva Nebbiolo (piel)	<i>Vitis vinifera</i> L.	0.97	ng/g	HPLC-FD and ELISA
114	Fruta	Uva Albana	<i>Vitis vinifera</i> L.	1.2	ng/g	MEPS-HPLC-F
91	Fruta	Moras Hongguo2	<i>Fructus Mori</i>	1.41	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
113	Fruta	Uva Sangiovese	<i>Vitis vinifera</i> L.	1.5	ng/g	MEPS-HPLC-F
10	Fruta	Fresa Festival	<i>Fragaria ananassa</i>	11.26	ng/g	HPLC-MS
16	Fruta			12.30	ng/g	HPLC-MS
15	Fruta	Cereza ácida Montmorency	<i>Prunus cerasus</i> L.	13.46	ng/g	HPLC-EC
17	Fruta	Cereza ácida Balaton	<i>Prunus cerasus</i> L.	2.06	ng/g	HPLC-EC
18	Fruta			2.90	ng/g	HPLC-MS
9	Fruta	Fresa Candonga	<i>Fragaria ananassa</i>	5.50	ng/g	HPLC-MS
8	Fruta	Fresa Camarosa	<i>Fragaria ananassa</i>	5.58	ng/g	HPLC-MS
11	Fruta	Fresa Primoris	<i>Fragaria ananassa</i>	8.50	ng/g	HPLC-MS
127	Hierba	Salvia	<i>Salvia officinalis</i> L.	29,000	ng/g	CEC
126	Hierba	Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> L.	38,000	ng/g	CEC
93	Hierba medicinal	Cardo mariano	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn	2	ng/g	HPLC-ECD
234	hierba medicinal	Rouchongrong	<i>Cistanche deserticola</i> Y	28	ng/g	HPLC-FD
226	hierba Medicinal	Fangfeng	<i>Saposhnikovia divaricata</i>	60	ng/g	HPLC-FD
225	hierba Medicinal	Banlangen	<i>Isatis indigotica</i> Fort	79	ng/g	HPLC-FD
220	hierba medicinal	Gancao	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch	112	ng/g	HPLC-FD
218	hierba medicinal	Shuanhua	<i>Lonicera japonica</i> Thunb	140	ng/g	HPLC-FD
217	hierba medicinal	Yejaoteng	<i>Caulis Polygonam multiflorum</i> Thunb	143	ng/g	HPLC-FD
215	hierba medicinal	Gegen	<i>Pueraria lobata</i> Willd	150	ng/g	HPLC-FD
212	hierba medicinal	Yimucao	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	169	ng/g	HPLC-FD
243	hierba medicinal	Milenrama	<i>Achillea millefolium</i> L.	340	ng/g	LC-DAD-ESI-MS
197	hierba medicinal	Duzhong	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv	497	ng/g	HPLC-FD
196	hierba medicinal	Chuanxinlian	<i>Andrographis paniculata</i> Burm.	511	ng/g	HPLC-FD

195	hierba medicinal	Luhui	<i>Aloe vela</i> L	516	ng/ g	HPLC-FD
190	hierba medicinal	Luxiancao	<i>Pirola decorata</i> H.	750	ng/ g	HPLC-FD
21	hierba medicinal	Matricaria	<i>Chrysanthemum</i> <i>parthenium</i>	1300	ng/ g	LC-MS/MS
22	hierba medicinal		<i>Tanacetum</i> <i>parthenium</i> L.	1700	ng/ g	—
240	hierba medicinal	Mayweed	<i>Triplourespermu</i> <i>m disciforme</i>	3073	ng/ g	ELISA
170	hierba medicinal	Romero	<i>Rosmarinus</i> <i>officinalis</i>	—	ng/ g	HPLC-ESI- MS/MS
171	Hierba medicinal	Tomillo	<i>Thymus</i> <i>mongolicus</i> Ronn	—	ng/ g	HPLC-ESI- MS/MS
111	Hierba medicinal	Malva de Toro	<i>Malva sinensis</i> Cavan.	0.003	ng/ g	LC-MS/MS
57	Hierba medicinal	Petas de Japón	<i>Petasites</i> <i>japonicus</i> (Sieb. et Zucc.) F. Schmidt	0.05	ng/ g	Radioimmunoassa y
56	hierba medicinal	Chungiku	—	0.42	ng/ g	Radioimmunoassa y
55	hierba medicinal	Ashitaba japonesa	—	0.62	ng/ g	Radioimmunoassa y
238	hierba medicinal	Menta	<i>Mentha piperita</i>	19 500	ng/ g	HPLC-FD
237	hierba medicinal	Regaliz chino	<i>Glycyrrhiza</i> <i>uralensis</i> Fisch.	34 000	ng/ g	HPLC-UV/VIS
204	hierba medicinal	Suanzhaoren	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	256	ng/ g	HPLC-FD
178	Hierba medicinal	Diding	<i>Viola philipica</i> Cav.	2368	ng/ g	HPLC-FD
61	Hierba medicinal (Tubérculo)	Jengibre	<i>Zingiber</i> <i>officinale</i> Rosc.	0.58	ng/ g	Radioimmunoassa y
182	hierba Medicinal (árbol)	Huangbo	<i>Phellodendron</i> <i>amurense</i> Ru pr.	1235	ng/ g	HPLC-FD
110	Hierba medicinal (árbol)	Ginko	<i>Ginkgo biloba</i> L.	0.004	ng/ g	LC-MS/MS
232	hierba Medicinal (flor)	Xiakucao	<i>Prunella vulgaris</i> L.	34	ng/ g	HPLC-FD
222	hierba Medicinal (flor)	Shengdi	<i>Rehmannia</i> <i>glutinosa</i>	97	ng/ g	HPLC-FD
219	hierba Medicinal (flor)	Erzhu	<i>Curcuma</i> <i>aeruginosa</i> Roxb.	120	ng/ g	HPLC-FD
213	hierba Medicinal (flor)	Juhua	<i>Dendranthema</i> <i>morifolium</i>	160	ng/ g	HPLC-FD
208	hierba medicinal (flor)	Qinjiu	<i>Gentiana</i> <i>macrophylla</i> Pall.	180	ng/ g	HPLC-FD
202	hierba medicinal (flor)	Huoxiang	<i>Agastaches</i> <i>rugosa</i>	302	ng/ g	HPLC-FD
199	hierba medicinal (flor)	Dingxiang (clavo de olor)	<i>Syzygium</i> <i>aromaticum</i> L.	446	ng/ g	HPLC-FD
191	hierba medicinal (flor)	Danggui	<i>Angelica sinensis</i> Oliv.	698	ng/ g	HPLC-FD
187	hierba Medicinal (flor)	Yuanzhi	<i>Polygala</i> <i>tenuifolia</i> Willd.	850	ng/ g	HPLC-FD

236	hierba medicinal (fruto)	Zhizi	<i>Galdenia jasminoides</i> Ellis	12	ng/g	HPLC-FD
229	hierba medicinal (fruto)	Lianqiao	<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.)	45	ng/g	HPLC-FD
223	hierba medicinal (fruto)	Wuweizi	<i>Schisandra chinensis</i>	86	ng/g	HPLC-FD
216	hierba Medicinal (fruto)	Dazao	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	146	ng/g	HPLC-FD
205	hierba Medicinal (fruto)	Maidong	<i>Ophiopogon japonicus</i>	198	ng/g	HPLC-FD
200	hierba Medicinal (fruto)	Fupenzi	<i>Rubus chingii</i> Hu	387	ng/g	HPLC-FD
194	hierba Medicinal (fruto)	Gouqi	<i>Lycium barbarum</i> L.	530	ng/g	HPLC-FD
188	hierba Medicinal (fruto)	Shanyurou	<i>Coruns officinalis</i> Sieb.	821	ng/g	HPLC-FD
231	hierba Medicinal (hoja)	Danzhuye	<i>Lophartherum gracile</i> Brongn	38	ng/g	HPLC-FD
227	hierba Medicinal (hoja)	Zhuye	-	55	ng/g	HPLC-FD
185	hierba Medicinal (hoja)	Huanglian	<i>Coptis chinensis</i> Franch	1008	ng/g	HPLC-FD
186	hierba Medicinal (hoja)	Dahuang	<i>Rheum palmatum</i> L.,	1078	ng/g	HPLC-FD
184	hierba Medicinal (hoja)	Yinyanghuo	<i>Epimedium brevicornum</i> Maxim	1105	ng/g	HPLC-FD
181	hierba Medicinal (hoja)	Sangye	<i>Morus alba</i> L (Leaf)	1510	ng/g	HPLC-FD
180	hierba Medicinal (hoja)	Hoja de té Shiya	<i>Babreum coscluea</i>	2120	ng/g	HPLC-FD
210	hierba medicinal (hojas-tallo)	Jinqiancao	<i>Desmodium styracifolium</i> Merr	169	ng/g	HPLC-FD
211	hierba medicinal (raiz)	Sanqi	<i>Panax notoginseng</i> Burk	169	ng/g	HPLC-FD
209	hierba medicinal (raiz)	Huangqin	<i>Scutellaria amoena</i> C.H. Wright	178	ng/g	HPLC-FD
207	hierba medicinal (raiz)	Danshen	<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bge	187	ng/g	HPLC-FD
206	hierba medicinal (raiz)	Kushen	<i>Sophora flavescens</i> Ait.	190	ng/g	HPLC-FD
203	hierba medicinal (raiz)	Banzhilian	<i>Lobelia chinensis</i> Lour.	257	ng/g	HPLC-FD
233	hierba medicinal (raiz)	Duhuo	<i>Angelica biserrata</i>	31	ng/g	HPLC-FD
230	hierba medicinal (raiz)	Huangjing	<i>Polygonatum sibiricum</i> Delar	45	ng/g	HPLC-FD
228	hierba medicinal (raiz)	Shidagonglao	<i>Mahonia bealei</i> (Fort.)	52	ng/g	HPLC-FD
224	hierba medicinal (raiz)	Qinghao	<i>Artemisia annua</i> L.	84	ng/g	HPLC-FD
214	hierba medicinal (raiz)	Zicao	<i>Arnebia euchroma</i>	158	ng/g	HPLC-FD
201	hierba medicinal (raiz)	Xuanshen	<i>Scrophularia ningpoensis</i> Hemsl.	342	ng/g	HPLC-FD

189	hierba medicinal (raíz)	Longdacao	<i>Gentiana scabra</i> Bge.	780	ng/g	HPLC-FD
183	hierba Medicinal (raíz)	Sangbaipi	<i>Mori Albae</i> (Cortex)	1110	ng/g	HPLC-FD
193	hierba medicinal (tallo)	Fuling	<i>Poria cocos</i> Schw. Wolf.	585	ng/g	HPLC-FD
192	hierba medicinal (tallo)	Sangiisheng	<i>Taxillus chinensis</i> DC	648	ng/g	HPLC-FD
60	Hierba medicinal (Tubérculo)	Taro	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schoot	0.05	ng/g	Radioimmunoassay
70	Hierba medicinal (Tubérculo)	Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	1.42	ng/g	GC-MS
26	Hortaliza	Pepino	<i>Cucumis sativus</i> Linn.	0.02	ng/g	Radioimmunoassay
27	Hortaliza			0.086	ng/g	RIA and GC-MS
28	Hortaliza			0.59	ng/g	GC-MS
63	Hortaliza (bulbo)	Cebolla galesa	<i>Allium fistulosum</i>	0.09	ng/g	Radioimmunoassay
65	Hortaliza (bulbo)	Ajo	<i>Allium sativum</i>	0.59	ng/g	GC-MS
54	Hortaliza (hojas)	Espinacas de la India	<i>Basella alba</i> L.	0.04	ng/g	Radioimmunoassay
52	Hortaliza (raíz)	Remolacha	—	0.002	ng/g	RIA and GC-MS
67	Hortaliza (raíz)	Nabo	<i>Brassica rapa</i>	0.50	ng/g	GC-MS
66	Hortaliza (repollo)	Coliflor	<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>botrytis</i>	0.82	ng/g	GC-MS
62	Hortaliza (tallos)	Espárragos	<i>Asparagus officinalis</i> L.	0.01	ng/g	Radioimmunoassay
29	Hortaliza(bulbo)	Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	0.03	ng/g	Radioimmunoassay
30	Hortaliza(bulbo)			0.30	ng/g	GC-MS
46	Hortaliza(fruto)	Tomate Myriade	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	8	ng/g	HPLC-MS
38	Hortaliza(fruto)		<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	0.03	ng/g	Radioimmunoassay
37	Hortaliza(fruto)	Tomate	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i>	0.30	ng/g	GC-MS
48	Hortaliza(fruto)	Tomate Platero	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	13.6	ng/g	HPLC-MS
47	Hortaliza(fruto)	Tomate Pitenza	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	14.2	ng/g	HPLC-MS
42	Hortaliza(fruto)	Tomate Gordal	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	17.1	ng/g	HPLC-MS
44	Hortaliza(fruto)	Tomate Marbone	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	18.13	ng/g	HPLC-MS

31	Hortaliza(fruto)	Micro-Tom(transgénico)	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	2.5	ng/g	ELISA
39	Hortaliza(fruto)	Tomate Bond	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	23.87	ng/g	HPLC-MS
41	Hortaliza(fruto)	Tomate Catalina	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	4.1	ng/g	HPLC-MS
43	Hortaliza(fruto)	Tomate Lucinda	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	4.45	ng/g	HPLC-MS
	Hortaliza(fruto)	Tomate RAF	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	50.1	ng/g	HPLC-MS
32	Hortaliza(fruto)			6.58	ng/g	HPLC
0	Hortaliza(fruto)	Tomate Santonio	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	7.73	ng/g	HPLC-MS
40	Hortaliza(fruto)	Tomate Borsalina	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	8.2	ng/g	HPLC-MS
36	Hortaliza(raíz)			0.06	ng/g	Radioimmunoassay
35	Hortaliza(raíz)	Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L. var. <i>sativa</i> Hoffm.	0.49	ng/g	GC-MS
23	Hortaliza(raíz)	Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	0.5	ng/g	LC-MS/MS
25	Hortaliza(raíz)	Rábano japonés	<i>Raphanus sativus</i> L.	0.66	ng/g	Radioimmunoassay
24	Hortaliza(raíz)			0.76	ng/g	GC-MS
33	Hortaliza(repollo)	Col	<i>Brassica oleracea</i> L.	0.11	ng/g	Radioimmunoassay
34	Hortaliza(repollo)		<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>	0.31	ng/g	GC-MS
177	insecto comestible	Chantui	<i>Periostracum cicadae</i>	3771	ng/g	HPLC-FD
242	legumbre	Brotos de habichuelas	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	529	ng/g	ELISA
173	legumbre	Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i> Linn.	24.42	ng/g	HPLC-UV
172	legumbre	Haba	<i>Vicia faba</i> L.	4.43	ng/g	HPLC-UV
174	legumbre	Lenteja	<i>Lens culinaris</i>	4.79	ng/g	HPLC-UV
176	legumbre	Alubia común	<i>Vigna unguiculata</i> (Linn.) Walp.	5.85	ng/g	HPLC-UV
175	legumbre	Alholva	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	54.22	ng/g	HPLC-UV
221	lombriz	Dilong	<i>Pheretima aspergillum</i>	97	ng/g	HPLC-FD
166	medicinal	Anís verde	<i>Foeniculum vulgare</i>	7	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
165	medicinal	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	28	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
157	medicinal	Pasiflora	<i>Passiflora caerulea</i> L.	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS

159	medicinal	Valeriana	<i>Valeriana officinalis</i> L.	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
160	medicinal	Té negro	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
161	medicinal	Té verde	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
162	medicinal	Té rojo	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
163	medicinal	Boldo	<i>Peumus boldus</i>	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
164	medicinal	Manzanilla	<i>Chrysanthemum lavandulifolium</i> (Fisch.ex Trautv.) Ling et Shih	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
167	medicinal	Menta poleo	<i>Mentha haplocalyx</i> Briq.	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
158	medicinal	Hierba de San Juan	<i>Hypericum perforatum</i> L.	2000–5 230 000	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
168	medicinal(árbol)	Senna	<i>Folium Sennae</i>	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
169	medicinal(árbol)	Espino blanco	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	—	ng/g	HPLC-ESI-MS/MS
241	planta trepadora	Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i> L.	1092	ng/g	ELISA
101	Semillas	Semillas de amapola	<i>Popaver somniferum</i>	6	ng/g	HPLC-ECD
100	Semillas	Semillas de anís	<i>Pimpinela anisum</i>	7	ng/g	HPLC-ECD
102	Semillas	Semillas de cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	7	ng/g	HPLC-ECD
103	Semillas	Semillas de apio	<i>Apium graveolens</i>	7	ng/g	HPLC-ECD
99	Semillas	Semillas de lino	<i>Linum usitatissimum</i>	12	ng/g	HPLC-ECD
98	Semillas	Semillas de cardamomo verde	<i>Elettaria cardamomum</i>	15	ng/g	HPLC-ECD
104	Semillas	Semillas de alfalfa	<i>Medicago sativum</i>	16	ng/g	HPLC-ECD
97	Semillas	Semillas de hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	28	ng/g	HPLC-ECD
94	Semillas	Semillas de girasol	<i>Helianthus annuus</i>	29	ng/g	HPLC-ECD
96	Semillas	Semillas de almendra	<i>Prunus amygdalus</i>	39	ng/g	HPLC-ECD
105	Semillas	Semillas de alholva	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	43	ng/g	HPLC-ECD
95	Semillas	Semilla de baya de lobo	<i>Lycium barbarum</i>	103	ng/g	HPLC-ECD
106	Semillas	Semillas de mostaza negra	<i>Brassica nigra</i>	129	ng/g	HPLC-ECD
107	Semillas	Semillas de mostaza blanca	<i>Brassica hirta</i>	189	ng/g	HPLC-ECD
198	Semillas	Laifuzi	<i>Raphanus sativus</i> L.	485	ng/g	HPLC-FD

151	Semillas	Semilla de uva en enjuague	<i>Vitis vinifera</i> L.	10.04	ng/g	UPLC-MS/MS
150	Semillas	Semilla de uva en preenvasado	<i>Vitis vinifera</i> L.	3.6	ng/g	UPLC-MS/MS
69	Tubérculo	Patata	<i>Solanum tuberosum</i>	—	ng/g	GC-MS

(Cheng et al., 2021)

Anexo 3. Base de datos Mendeley

The screenshot shows the Mendeley Desktop application window. The main area displays a list of 113 documents. The selected document is "Photosynthesis in the fleeting shadows: an overlooked opportunity for increasing crop...". The details panel on the right shows the following information:

- Type: Journal Article
- Authors: Y. Wang, S. Burgess, E. de Becker et al.
- Journal: *Plant Journal*
- Year: 2020
- Volume: 101
- Issue: 4
- Pages: 874-884

The abstract text in the details panel reads: "Photosynthesis measurements are traditionally taken under steady-state conditions; however, leaves in crop fields experience frequent fluctuations in light and take time to respond. This slow response reduces the efficiency of carbon assimilation. Transitions from low to high light require photosynthetic induction, including the activation of Rubisco and the opening of stomata, whereas transitions from high to low light require the relaxation of dissipative energy processes, collectively known as non-photochemical quenching (NPQ). Previous attempts to assess the impact of these delays on net carbon assimilation have used simplified models of crop canopies, limiting the accuracy of predictions. Here, we use a realistic...

Anexo 4. Base de Datos Scopus

The screenshot shows the Scopus search results interface. At the top left is the Scopus logo. The search results are for '110 document results' under the saved list 'SAVED_LIST(Base de Datos Final Tesis)'. The interface includes a search bar, navigation links, and a 'Refine results' sidebar. The main results area shows a table with one document entry.

Search within results...

Refine results

Limit to

Open Access All Open Access (48) >
 Gold (19) >
 Hybrid Gold (4) >

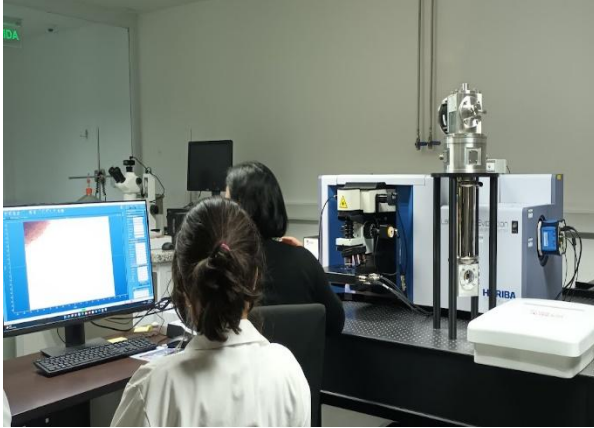
Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

All

	Document title	Authors	Year	Source	Cited by
<input type="checkbox"/> 1	Melatonin-Mediated Abiotic Stress Tolerance in Plants <i>Open Access</i>	Zeng, W., Mostafa, S., Lu, Z., Jin, B.	2022	Frontiers in Plant Science 13,847175	2

[View abstract](#) [View at Publisher](#) [Related documents](#)

Anexo 5. Visita Yachay



Anexo 6. Aval de inglés