

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA
MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA MYDCI



“Caracterización química, nutricional y evaluación
bioestimulante de extractos de vid y dátil”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

QFB. Lluvia Esmeralda Félix Rodríguez

Tijuana Baja California, junio 2023.

Universidad Autónoma de Baja California
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

Folio No.348
Tijuana, B.C., a 09 de junio, 2023

C. Lluvia Esmeralda Félix Rodríguez
Pasante de: Maestría en Ciencias
Presente

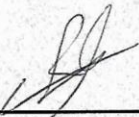
El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional, en la
Opción TESIS

Es propuesto, por los C. Dr. Iván Córdova Guerrero y
Dra. Laura Janeth Diaz Rubio


Quienes serán las responsables de la calidad del trabajo que usted presente,
referido al tema "Caracterización química, nutricional y evaluación
bioestimulante de extractos de vid y dátil"


El cual deberá usted desarrollar, de acuerdo con el siguiente orden:

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. METODOLOGIAS
- IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
- V. CONCLUSIONES


M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez
Director


Dra. Ana Alejandra Ramírez Rodríguez
Sub-Directora


Dr. Iván Córdova Guerrero
Director de Tesis


Dra. Laura Janeth Diaz Rubio
Co-Director de Tesis





AGRADECIMIENTOS



A mi alma mater, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y a la Facultad de Ciencias Química e Ingeniería por permitirme desarrollarme como alumna para la formación de mi carrera profesional durante mi carrera de Químico Farmacobiólogo y por abrirme las puertas de nuevo para la formación de mi Maestría en Ciencias en el área de MYDCI.

Al MYDCI, por permitirme ser alumna y tesista del programa de maestría, por abrirme la puerta y apoyarme en las dudas que surgieron a lo largo de estos meses.

A CONACYT por apoyarme con su beca que se convirtió en herramientas que ayudaron a la mejora y facilidad de los experimentos realizados durante la investigación.

A los miembros de mi comité de tesis, la Dra. María del Pilar Haro Vázquez, al Dr. Alejandro Sánchez González, la Dra. Laura Díaz Rubio y Dr. Iván Córdova por sus consejos durante la ejecución de los experimentos y por todas esas enseñanzas brindadas.

A mis maestros por darme las herramientas y los conocimientos durante toda la carrera, así como el gusto por la investigación.

A Dios por haberme cuidado y guiado todos estos días y dado la esperanza que por más difícil que sea el camino no debemos rendirnos.

A mi familia, por su apoyo, sus consejos y sobre todo su paciencia hacia mí en los momentos más estresantes.

A mis amigos, por apoyarme cuando decidí iniciar mi tesis, por comprender que muchas veces no podía pasar tiempo con ustedes porque tenía algún experimento pendiente.

A mis compañeros de trabajo por aguantarme y apoyarme hasta en los momentos más estresantes, comprender cuando debo faltar por un experimento y estar ahí siempre para mí.

A la Dra. Laura Díaz y al Dr. Iván Córdova por enseñarme e inculcarme la importancia de la investigación de los productos naturales, por permitirme ser parte de su grupo de investigación y sobre todo por estar a mi lado para la resolución de dudas, o nuevos retos presentados durante la ejecución de esta investigación.

Al Laboratorio de Química Medicinal y Productos Naturales por formar parte de mi vida. A mis compañeros y amigos por los momentos brindados dentro del laboratorio a Tania Arturo, Rocío, Denise, Manuel, por la convivencia, los consejos, por su apoyo, sus enseñanzas y regaños, por todo eso y más gracias.





RESUMEN



En el estado de Baja California se cuenta con una gran producción agrícola destacando el cultivo de la vid, trigo entre otros productos de importancia a nivel nacional e internacional, sin embargo, durante la producción de alimentos, en cada una de las fases se generan diversos tipos de residuos que sin un manejo adecuado pueden generar daño al medio ambiente.

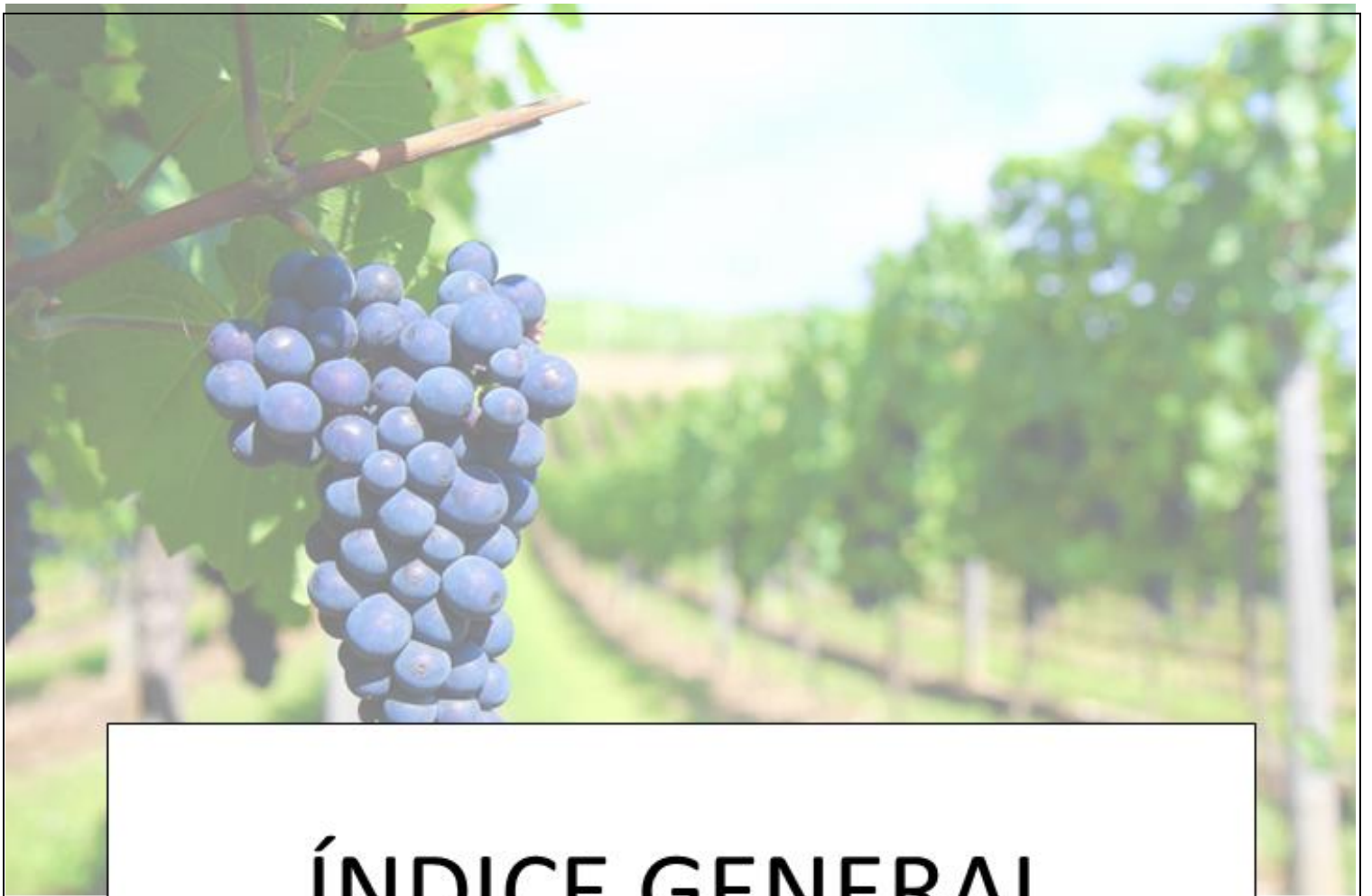
Los residuos agrícolas pueden ser quemados directamente para la producción de energía o ser sometidos a procesos térmicos o mecánicos para la obtención de biocombustibles, sólidos: como carbón vegetal, briquetas o pellets. Cuando los residuos agrícolas son sometidos a procesos termomecánicos aumenta la densidad energética de los mismos y los hacen más aptos para la obtención final de energía. (FAO, 2014)

Con el incremento en la producción de alimentos en base a la necesidad alimentaria actual los residuos generados se han visto incrementados, por lo que un manejo adecuado se ha visto sobrepasado y las opciones amigables con el ambiente no son suficientes para su manejo, por lo que la cantidad actual de residuos que se queman en el campo se ha visto incrementada generando, impactos negativos en el suelo y a la atmosfera al emitir gases tipo invernadero. (FAO, 2014)

Con esto surge la necesidad del aprovechamiento de estos recursos buscando alternativas que favorezcan el uso de estos residuos, así como asegurar una reducción gradual del daño al medio ambiente y a la salud humana, por subproductos generados por las altas cantidades de residuos tratados de manera incorrecta.

En el presente trabajo se evaluará la actividad antioxidante, el perfil nutricional, la presencia de compuestos de alto interés farmacológico y fitoquímico, así como su capacidad de estimular el crecimiento de otras especies vegetales empleando extractos generados a partir de residuos y subproductos agrícolas generados en la región de Baja California.





ÍNDICE GENERAL



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| Resumen..... | 5 |
| Índice de ecuaciones | 12 |
| Índice de figuras | 12 |
| Índice de gráficas..... | 13 |
| Índice de tablas | 13 |
| Abreviaturas | 16 |
| I. INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1 OBJETIVOS | 22 |
| <i>OBJETIVO GENERAL</i> | 22 |
| <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> | 22 |
| 1.2 HIPÓTESIS | 22 |
| II. ANTECEDENTES..... | 23 |
| 2.1 AGRICULTURA EN BAJA CALIFORNIA..... | 24 |
| 2.2 VID | 25 |
| 2.3 VID EN MÉXICO..... | 26 |
| 2.4 VID EN BAJA CALIFORNIA | 27 |
| 2.5 PRINCIPALES RETOS DE LA VID..... | 29 |
| 2.6 DÁTIL | 31 |
| 2.7 DÁTIL EN BAJA CALIFORNIA | 34 |
| 2.8 PRINCIPALES RETOS DEL CULTIVO DE DÁTIL..... | 35 |
| III. METODOLOGÍAS | 38 |
| 3.1. Obtención de material vegetal y generación de extractos. | 38 |
| 3.2. Actividad antioxidante. | 39 |
| 3.2.1. <i>Técnica de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de polifenoles.</i> | 39 |
| 3.2.2. <i>Reducción del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).</i> | 40 |
| 3.2.3. <i>Reducción de catión radical ABTS (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico).</i> | 41 |
| 3.2.4. <i>Método colorimétrico de Tricloruro de Aluminio.</i> | 42 |
| 3.3. Ensayo Bromatológico..... | 43 |
| 3.3.1. <i>Determinación de carbohidratos.</i> | 43 |
| 3.3.1.1. <i>Determinación de azúcares totales.</i> | 43 |
| 3.3.1.2. <i>Determinación de azúcares reductores.</i> | 44 |



| | |
|---|-----------|
| 3.3.2. Determinación de grasas..... | 45 |
| 3.3.3. Determinación de cenizas..... | 46 |
| 3.3.4. Determinación de proteínas..... | 47 |
| 3.3.5. Determinación de fibra cruda..... | 48 |
| 3.4. Caracterización cualitativa y cuantitativa de macro y microelementos y metabolitos secundarios..... | 49 |
| 3.4.1. Tamiz fitoquímico..... | 49 |
| 3.4.2. Determinación de macro y microelementos..... | 50 |
| 3.5. Actividad bioestimulante..... | 51 |
| 3.5.1. Evaluación de extracto vegetales como potencial bioestimulante en la germinación de semillas..... | 51 |
| 3.5.2. Determinación de la capacidad de generación de raíces adventicias..... | 53 |
| IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 55 |
| 4.2. Actividad antioxidante..... | 55 |
| 4.2.1. Técnica de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de polifenoles..... | 55 |
| 4.2.2. Reducción del radical DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)..... | 56 |
| 4.2.3. Reducción de catión radical ABTS (2, 2'-Azinobis-3-etil- benzotiazolina-6-acido sulfónico)..... | 57 |
| 4.2.4. Método colorimétrico de Tricloruro de Aluminio..... | 58 |
| 4.3. Ensayo Bromatológico..... | 59 |
| 4.4. Caracterización cualitativa y cuantitativa de macro y microelementos y metabolitos secundarios..... | 60 |
| 4.4.1. Tamiz fitoquímico..... | 60 |
| 4.4.2. Determinación de macro y microelementos..... | 62 |
| 4.5. Actividad bioestimulante..... | 64 |
| 4.5.1. Evaluación de extractos vegetales como potencial bioestimulante en la germinación de semillas..... | 64 |
| 4.5.1.1. Porcentaje de germinación..... | 64 |
| 4.5.1.2. Crecimiento de las plántulas..... | 65 |
| 4.5.1.3. Fases de crecimiento de las plántulas..... | 66 |
| 4.5.1.4. Desarrollo radicular..... | 67 |
| 4.5.1.5. Desarrollo parte aérea..... | 69 |
| 4.5.1.6. Índice de vigor y velocidad de elongación radicular..... | 70 |
| 4.5.2. Determinación de la capacidad de generación de raíces adventicias..... | 75 |



| | |
|---|----|
| V. CONCLUSIONES | 80 |
| VI. REFERENCIAS | 82 |
| VII. ANEXOS | 90 |
| 7.1 RESULTADOS DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE..... | 90 |
| 7.2 RESULTADOS DE ACTIVIDAD BIOESTIMULANTE..... | 91 |
| 7.3 TÉCNICAS EXPERIMENTALES. | 98 |
| <i>INSTRUMENTACIÓN</i> | 98 |
| <i>TÉCNICAS EXPERIMENTALES</i> | 98 |





ÍNDICES

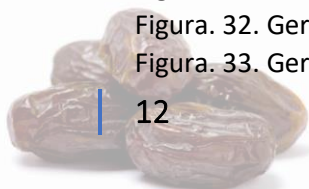


ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|--------------------------------------|
| Ecuación 1. Actividad antioxidante DPPH. | 40 |
| Ecuación 2. Actividad antioxidante ABTS. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Ecuación 3. Determinación de grasas | 45 |
| Ecuación 4. Determinación de cenizas..... | 46 |
| Ecuación 5. Determinación de fibra cruda..... | 48 |
| Ecuación 6. Porcentaje de germinación..... | 51 |
| Ecuación 7. Índice de vigor de plantula..... | 51 |
| Ecuación 8. Velocidad de elongación radicular..... | 51 |
| Ecuación 9. Porcentaje de crecimiento de la plantula..... | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura. 1. Residuos vegetales. | 18 |
| Figura. 2. Quemadas agrícolas. | 20 |
| Figura. 3. Uso potencial agrícola en Baja California..... | 24 |
| Figura. 4. Partes de la vid. Tomada de Ruiz Carvajal, 2022b..... | 25 |
| Figura. 5. Casa Madero. Parras Coahuila | 26 |
| Figura. 6. Principales zonas vitivinícolas de México..... | 27 |
| Figura. 7. Bodegas De Santo Tomas Baja California..... | 28 |
| Figura. 8. Ruta del vino en baja california..... | 28 |
| Figura. 9. Bagazo del proceso de elaboración de vino..... | 30 |
| Figura. 10. Diagrama de palma datilera. | 31 |
| Figura. 11. Capas del fruto dátil. | 32 |
| Figura. 12. Etapas de maduración del dátil..... | 33 |
| Figura. 13. Dátil. | 34 |
| Figura. 14. Palma datilera valle de mexicali..... | 35 |
| Figura. 15. Maceración alcohólica..... | 38 |
| Figura. 16. Equipo para extracción de grasas..... | 45 |
| Figura. 17. Determinación de cenizas. | 46 |
| Figura. 18. Digestión de la muestra..... | 47 |
| Figura. 19. Digestión ácida para determinación de fibra cruda..... | 48 |
| Figura. 20. Marcha analítica de cationes | 50 |
| Figura. 21. Ensayo cualitativo carbohidratos. | 61 |
| Figura. 22. Ensayo cualitativo esteroides y triptenoides..... | 61 |
| Figura. 23. Ensayo cualitativo de Taninos con FeCl ₃ | 61 |
| Figura. 24. Precipitación subgrupo cationes As, Sn y Sb..... | 63 |
| Figura. 25. Determinación de Cobalto. | 63 |
| Figura. 29. Desarrollo radicular extracto de pulpa de dátil a 0.312 mg/ml..... | 68 |
| Figura. 27. Desarrollo radicular extracto de Pulpa de dátil a 2.5mg/mL. | 68 |
| Figura. 28. desarrollo radicular extracto de semilla de dátil a 2.5mg/mL. | 68 |
| Figura. 30. Germinación con ácido giberelico..... | 71 |
| Figura. 31. Germinación con agua..... | 71 |
| Figura. 32. Germinación con extracto Hoja a 2.5 mg/mL. | 71 |
| Figura. 33. Germinación con extracto Hoja a 1.25 mg/mL. | 71 |



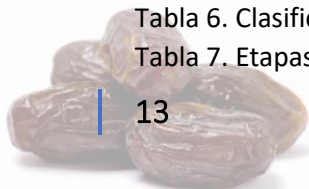
| | |
|---|----|
| Figura. 34. Germinación con extracto Hoja a 0.625 mg/mL. | 72 |
| Figura. 35. Germinación con extracto Hoja a 0.312 mg/mL. | 72 |
| Figura. 36. Germinación con extracto Hollejo a 2.5 mg/mL. | 72 |
| Figura. 37. Germinación con extracto Hollejo a 1.25 mg/mL. | 72 |
| Figura. 38. Germinación con extracto Hollejo a 0.625 mg/mL. | 72 |
| Figura. 39. Germinación con extracto Hollejo a 0.312 mg/mL. | 72 |
| Figura. 40. Germinación con extracto pulpa a 2.5 mg/mL. | 73 |
| Figura. 41. Germinación con extracto pulpa a 1.25 mg/mL. | 73 |
| Figura. 42. Germinación con extracto pulpa a 0.625 mg/mL. | 73 |
| Figura. 43. Germinación con extracto pulpa a 0.312 mg/mL. | 73 |
| Figura. 44. Germinación con extracto semilla a 2.5 mg/mL. | 73 |
| Figura. 45. Germinación con extracto semilla a 1.25 mg/mL. | 73 |
| Figura. 46. Germinación con extracto semilla a 0.625 mg/mL. | 74 |
| Figura. 47. Germinación con extracto semilla a 0.312 mg/mL. | 74 |
| Figura. 48. Desarrollo de radículas adventicias. | 75 |
| Figura. 50. Desarrollo de callos con extracto de pulpa de dátil. | 76 |
| Figura. 49. Formación de raíces adventicias a partir de callos. | 76 |
| Figura. 51. Raíces adventicias a partir de extracto de hollejo de vid. | 76 |
| Figura. 52. Raíces adventicias a partir de cotiledones con extracto de pulpa de dátil. | 77 |
| Figura. 53. Raíces adventicias a partir de cotiledones con extracto de hollejo de vid. | 78 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Curva de calibración polifenoles totales. | 39 |
| Gráfica 2. Curva de calibración flavonoides totales (quercetina) | 42 |
| Gráfica 3. Curva de calibración de azúcares totales. | 43 |
| Gráfica 4. Curva de calibración de azúcares reductores. | 44 |
| Gráfica 5. Contenido polifenólico de extractos. | 55 |
| Gráfica 6. Concentración efectiva media en DPPH. | 56 |
| Gráfica 7. Concentración efectiva media en ABTS. | 57 |
| Gráfica 8. Contenido de flavonoides totales. | 58 |
| Gráfica 9. Porcentaje de germinación. | 64 |
| Gráfica 10. Fases de crecimiento de plántulas a las 144 h. | 66 |
| Gráfica 11. Índice de vigor. | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Principales residuos agrícolas. | 19 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica de la vid. | 25 |
| Tabla 3. Principales variedades de vid por destino final. | 26 |
| Tabla 4. Principales variedades de vid en Baja California. | 29 |
| Tabla 5. Mapa tecnológico de aprovechamiento de los residuos del procesos de vinificación. | 31 |
| Tabla 6. Clasificación taxonomica de Palma datilera. | 32 |
| Tabla 7. Etapas de maduración del dátil. | 33 |



| | |
|---|----|
| Tabla 8. Aportación a la salud el consumo de dátil..... | 34 |
| Tabla 9. Peso del material vegetal para maceración. | 38 |
| Tabla 10. Pruebas colorimétricas. | 49 |
| Tabla 11. Resultados ensayo bromatológico. | 59 |
| Tabla 12. Caracterización de metabolitos secundarios..... | 60 |
| Tabla 13. Resultados marcha de cationes..... | 62 |
| Tabla 14. crecimiento de las plántulas en mg..... | 65 |
| Tabla 16. Desarrollo radicular. | 67 |
| Tabla 17. Desarrollo de parte aérea..... | 69 |
| Tabla 19. Plántulas del ensayo de Germinación con los extractos y controles. | 71 |
| Tabla 20. Resultados de raíces adventicias de extracto de pulpa de dátil..... | 75 |
| Tabla 21. Resultados de raíces adventicias de extracto de hollejo de vid. | 76 |
| Tabla 22. Contenido polifenólico. | 90 |
| Tabla 23. Concentración efectiva media en DPPH..... | 90 |
| Tabla 24. Concentración efectiva media en ABTS..... | 90 |
| Tabla 25. Contenido de flavonoides totales..... | 91 |
| Tabla 26. Porcentaje de germinación de semillas..... | 91 |
| Tabla 27. Porcentaje de crecimiento a las 48 h. | 92 |
| Tabla 28. Porcentaje de crecimiento a las 96 h. | 93 |
| Tabla 29. Porcentaje de crecimiento a las 144 h. | 94 |
| Tabla 15. Fase de germinación a las 144 h de cada semilla. | 95 |
| Tabla 18. Porcentaje del índice de vigor. | 96 |
| Tabla 30. Velocidad de elongación radicular (mm/día). | 97 |





ABREVIATURAS



ABREVIATURAS

Am = Absorbancia de la muestra.

Ac= Absorbancia del control.

CE₅₀= Concentración efectiva media.

DPPH = 2,2-difenil-1-picrilhidracilo.

ABTS = 2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico.

USDA = Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América.

SADER = Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

CO₂= dióxido de carbono.

CERSSA= Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.

FAO= Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

SAGARPA= Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

INEGI= Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IEPS= Impuesto Especial sobre Producción y Servicios.

IVA= Impuesto al valor agregado.

μM= micromolar.

mg= miligramos.

mL= mililitro.

g= gramo.

μL= microlitro.

nm= nanómetro.

μg EQ/ g ES= microgramos equivalentes de Quercetina / g extracto seco.

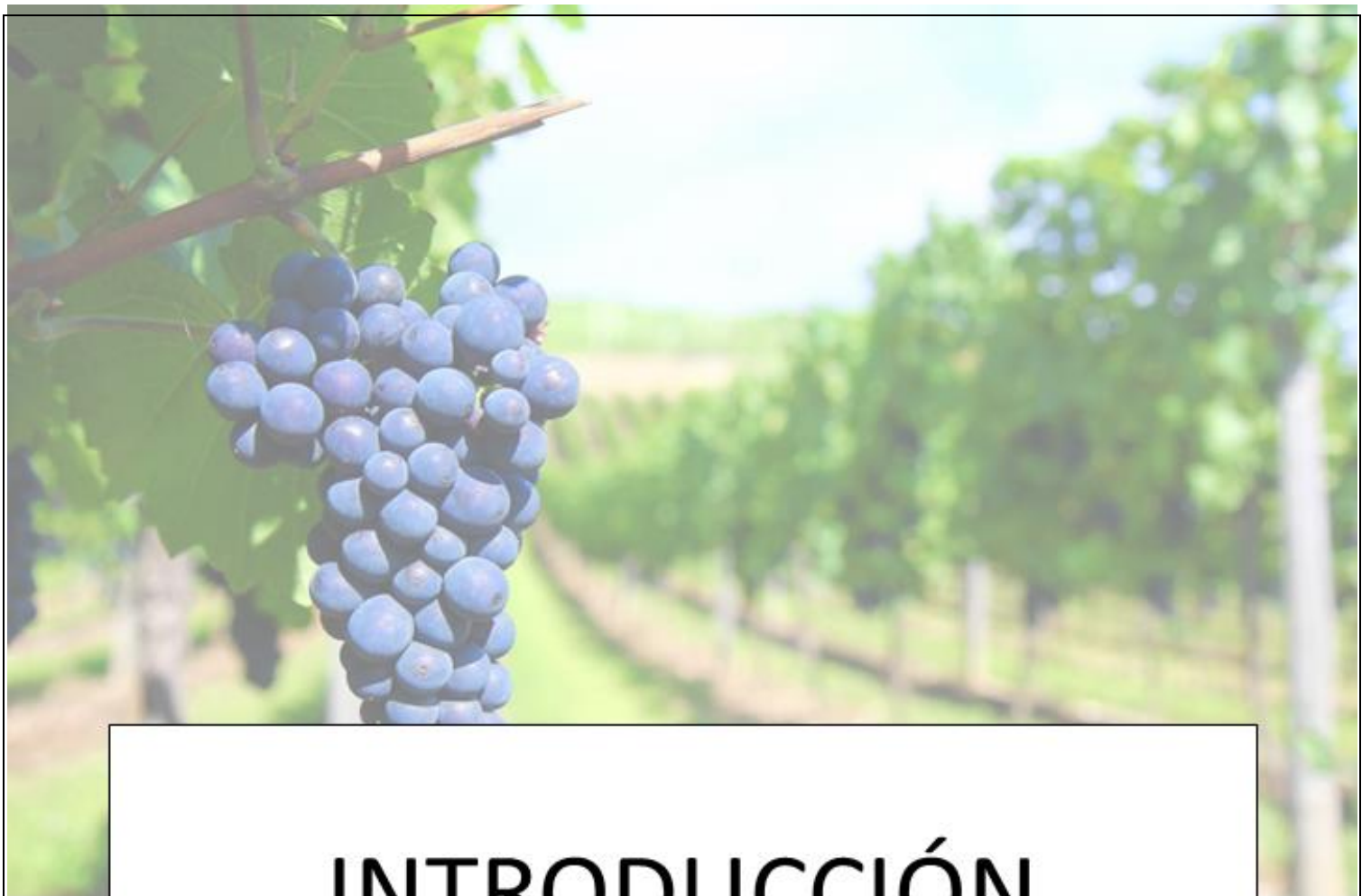
°C= grados centígrados.

KOH= hidróxido de potasio.

TKN= Nitrógeno Kjeldahl total.

mm= milímetros.





INTRODUCCIÓN



I. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de alimentos afectan a la seguridad alimentaria, la calidad y la inocuidad alimentaria, al desarrollo económico y al medioambiente. Las causas exactas de las pérdidas de alimentos varían en las diferentes partes del mundo y dependen sobre todo de las condiciones específicas y situación local de cada país. En términos generales, las pérdidas de alimentos están influenciadas por las elecciones tomadas en la producción de cultivos y sus patrones, la infraestructura y capacidad internas, las cadenas comerciales y los canales de distribución, así como por las compras de los consumidores y las prácticas de uso de alimentos. (Sonesson, 2012)

Con «pérdidas de alimentos» nos referimos a la disminución de la masa de alimentos comestibles en la parte de la cadena de suministro que conduce específicamente a los alimentos comestibles para el consumo humano. Las pérdidas de alimentos tienen lugar en las etapas de producción, postcosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos. Las pérdidas de alimentos que ocurren al final de la cadena alimentaria (venta minorista y consumo final) se conocen como «desperdicio de alimentos», más relacionado con el comportamiento de los vendedores minoristas y los consumidores. (Sonesson, 2012)

Aproximadamente un tercio de las partes comestibles de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o desperdicia, lo que representa alrededor de 1 300 millones de toneladas al año. Siendo el grupo de los cereales y las frutas y hortalizas, el grupo de productos básicos con mayor concentración de desperdicio a nivel mundial. (Sonesson, 2012)

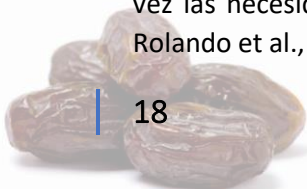
Las pérdidas de alimentos conllevan el desperdicio de recursos utilizados en la producción, como tierra, agua, energía e insumos. Producir comida que no va a consumirse supone emisiones innecesarias de CO₂ además de pérdidas en el valor añadido de los alimentos producidos. (Sonesson, 2012)



FIGURA. 1. RESIDUOS VEGETALES.

La producción de alimentos al ser una actividad altamente riesgosa en relación con la susceptibilidad de las plantas a modificar sus patrones de crecimiento y desarrollo por efecto de las condiciones ambientales, esto incluye no solamente los principales componentes del clima (temperatura, precipitación, intensidad luminosa y vientos, principalmente), sino también a diferentes factores bióticos y abióticos desencadenantes de enfermedades, y daños físicos derivados de la presencia de insectos-plaga y malas hierbas (Soto et al., 2013).

En el estado de Baja California, la principal problemática es la falta de agua, tanto para consumo humano como para el desarrollo agronómico e industrial. La escasez de agua es sin duda una de las mayores preocupaciones de la entidad, las precipitaciones han disminuido y el recurso no alcanza a cubrir las demandas en el campo, el agua se vuelve un recurso más exclusivo, desatendiendo a su vez las necesidades de la población en el estado. (Cancino Opazo et al., 2019; CEDRSSA, 2019; Rolando et al., 2016)



Los residuos agrícolas son aquellos derivados de las actividades productivas en las parcelas, huertas, campos de cultivos, invernaderos y otros espacios destinados para ello, principalmente conformados por dos tipos: residuos vegetales e insumos productivos como puede verse en la tabla 1 (SAGARPA, 2015)

TABLA 1. PRINCIPALES RESIDUOS AGRÍCOLAS.

| Residuos | Manejo actual |
|--|---|
| Excretas y cadáveres de granjas y establos | Incorporación directa al suelo Compostaje Obtención de biocombustibles Descarga a redes de drenaje municipales y cuerpos de agua |
| Residuos vegetales | Reincorporación al suelo Compostaje Alimento para ganado Asimilación con residuos urbanos Quemas |
| Envases | Eliminación no controlada (basureros, drenes) Triple lavado y acopio para su posterior reciclaje |
| Plásticos | Eliminación no controlada (basureros, terrenos agrícolas) Actualmente hay acciones de manejo en algunos estados (reciclaje y cogeneración) |
| Metales | Venta convencional de chatarra |
| Residuos químicos difusos y biológico - infecciosos | Es necesario realizar un diagnostico |

Tomada de (SAGARPA, 2015)

En México se genera anualmente cerca de 76 millones de toneladas de residuos orgánicos de frutas (limón, peras, manzanas, papaya, piña, plátano, naranja) y vegetales (maíz, caña de azúcar, frijol, col, zanahoria, tomate, lechuga, papá). (Valdez-Vazquez et al., 2010)

La mayor cantidad (70%) de residuos vegetales son reincorporados en las actividades productivas, siendo residuos un 30% de este material; en estos se incluyen: restos de hojas, tallos y coronas de raíces semi descompuestos y residuos de insumos para la producción clasificados como peligrosos. (SAGARPA, 2015)

Los residuos agrícolas pueden ser quemados directamente para la producción de energía o ser sometidos a procesos térmicos o mecánicos para la obtención de biocombustibles, sólidos, como carbón vegetal, briquetas o pellets. Cuando los residuos agrícolas son sometidos a procesos termomecánicos aumenta la densidad energética de los mismos y los hacen más aptos para el consumo final de energía. (FAO, 2014)

Por otro lado, la cantidad actual de residuos que se queman en el campo, se consideran como potencialmente disponible para la producción de bioenergía, dado que la quema de residuos tiene impactos negativos en el suelo y emite gases de efecto invernadero a la atmósfera. (FAO, 2014)



En la mayoría de los casos, cuando la quema se realiza de manera apropiada y sujeta a normas, se convierte en la fuente más visible de contaminación del aire en un área, mas no la primordial. Sin embargo, durante algunos meses del año se vuelve importante. (Núñez & Aguilar, 2008)



FIGURA. 2. QUEMAS AGRICOLAS.

Las quejas principales sobre la contaminación del aire son el olor y la falta de visibilidad, desde un punto de vista estético, y la seguridad. Además, estas molestias se añaden a los problemas relacionados con la salud, ocasionados al respirar las partículas suspendidas y los gases. (Núñez & Aguilar, 2008)

La necesidad de nuevas formas de aprovechamiento de los residuos agrícolas se ha vuelto un problema que requiere una pronta solución debido a que las practicas ya existentes no solo afectan el medio ambiente sino también la salud de la población.

La principal forma de aprovechamiento sustentable que se ha utilizado es el uso de biodigestores para aprovechar los residuos de las cosechas, con el fin de crear autonomía energética, disminuyendo la tasa de deforestación de la zona, costos por la adquisición de gas propano (Chávez Porras & Rodríguez González, 2016; Mejías-Brizuela et al., 2016; Nuñez Pintado L., 2017) sin embargo también se ha demostrado la presencia de compuestos de gran interés antioxidante en residuos de la vid (Guntero et al., 2015), la utilización de esquilmos para la alimentación de ganado (SAGARPA, 2015), la obtención de carbón activado a partir de residuos de palma para la remoción de colorantes (Ramírez et al., 2012), como biofertilizantes de suelo (David Jazmín-Marín, 2019), la cascara de papa como coagulante para disminuir la turbidez de agua (González et al., 2020), uso de residuos ligno-celulósicos en la elaboración de empaques secundarios ecológicos (Tamayo Gutiérrez et al., 2017), entre otros.

Al contar con una gran variedad de cultivos agrícolas, por ende, también con una gran generación de residuos agrícolas que año con año son desaprovechados en este trabajo de investigación se busca encontrar nuevas formas de utilización de algunos de los residuos agrícolas generados en la región de Baja California, principalmente provenientes del cultivo de la vid y del dátil identificando su composición y a su vez aplicaciones para la industria agroindustrial.





HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición química, el perfil nutricional y el efecto bioestimulante en la germinación de *Cucumis sativus L.* de residuos y subproductos de plantas de vid y del dátil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

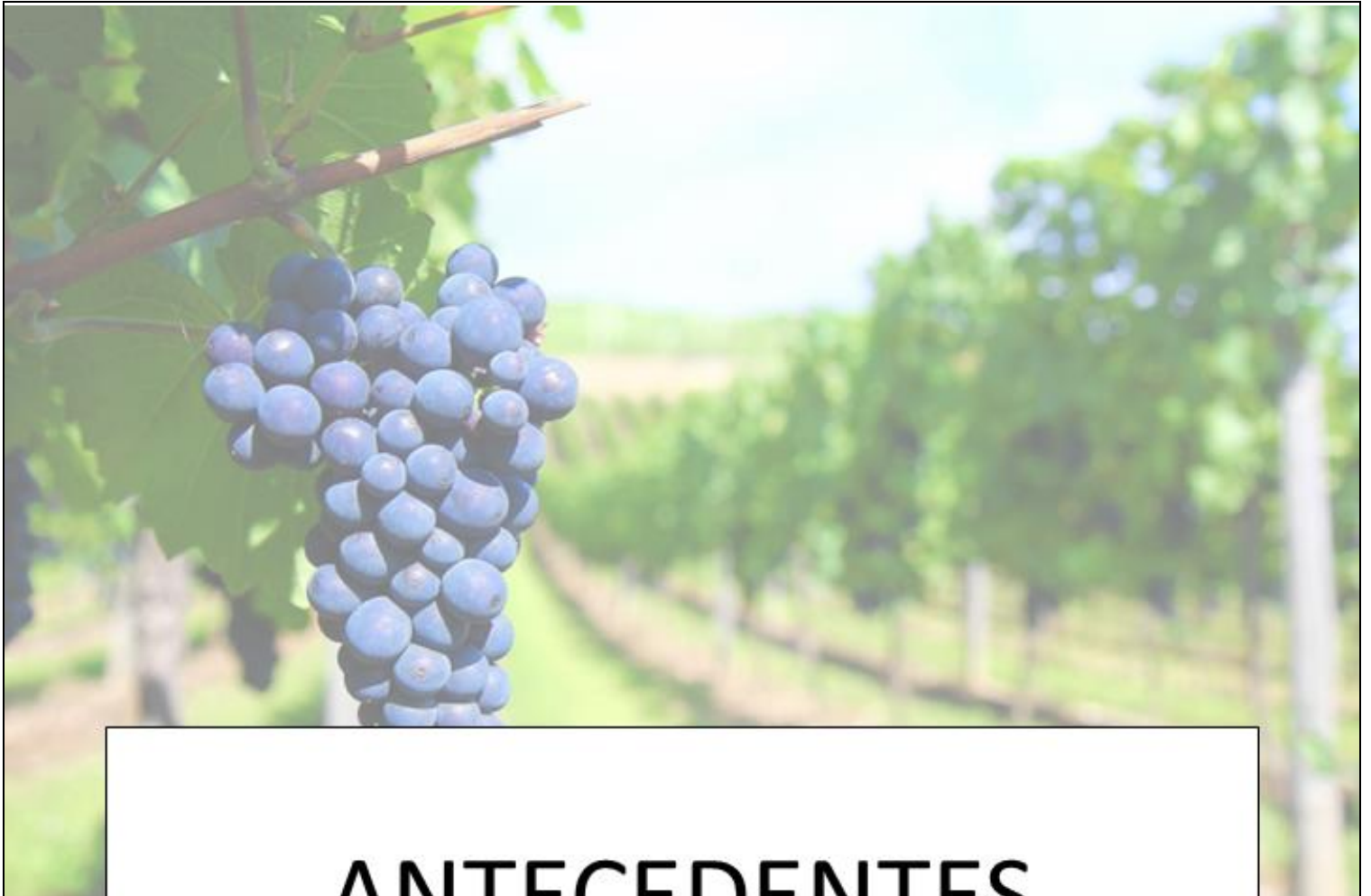
De los residuos y subproductos de plantas de vid y dátil:

- Obtener extractos crudos por medio de maceración a partir de material vegetal recolectado en la región de Baja California.
- Determinar el aporte nutrimental de los extractos obtenidos mediante un análisis bromatológico.
- Evaluar el perfil antioxidante por medio de ensayos de capacidad antioxidante, así como la cuantificación de polifenoles y flavonoides totales de cada extracto.
- Caracterizar cualitativamente la presencia de metabolitos secundarios y microelementos.
- Evaluar el efecto bioestimulante en la germinación de semillas de *Cucumis sativus L.* a partir de extractos vegetales.

1.2 HIPÓTESIS

Los extractos obtenidos a partir de residuos y subproductos de la industria de la vid y el dátil presentan compuestos fitohormonales y nutricionales de alto beneficio e interés para la industria y la agricultura.





ANTECEDENTES



2.1 AGRICULTURA EN BAJA CALIFORNIA

El estado de Baja California cuenta con una superficie total de 7 011 300 hectáreas, de las cuales son cultivables 431 600 (6.2%). Se distinguen dos regiones agropecuarias en la entidad: el valle de Mexicali y la zona costa. (Avendaño Ruiz & Varela Llamas, 2010)

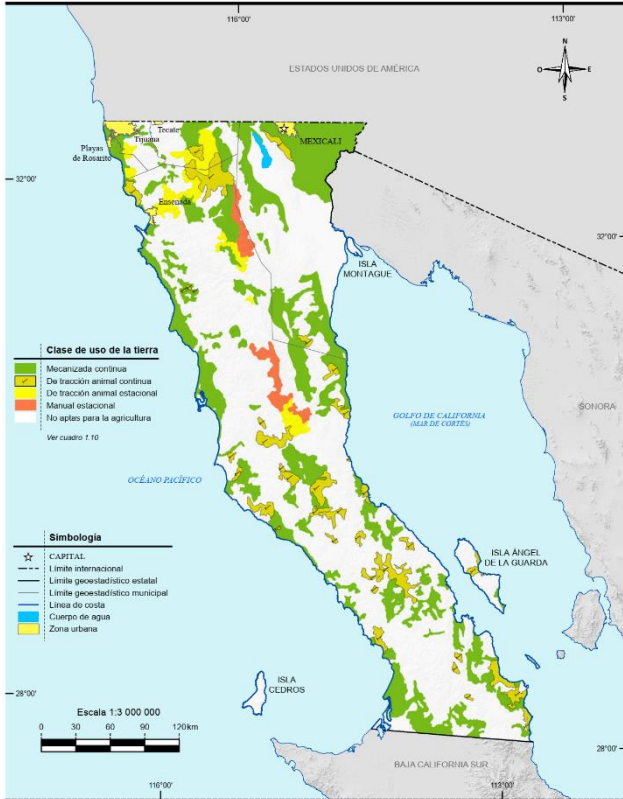


FIGURA 3. USO POTENCIAL AGRÍCOLA EN BAJA CALIFORNIA. TOMADA DE INEGI 2017.

La zona agrícola del Valle de Mexicali se localiza en el distrito de riego del río Colorado, el cual se sitúa en los municipios de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Sonora. La región de la costa del Pacífico se ubica en los municipios de Tijuana, Tecate y Ensenada principalmente, encontrándose infinidad de pequeños valles abiertos al cultivo; así como la región de la sierra, donde se encuentran los valles de las Palmas, Ojos Negros y La Trinidad. En las regiones de la costa y la sierra se localizan los terrenos que sustentan agricultura de temporal. (INEGI, 2017)

En el valle de Mexicali se siembra algodón, sorgo, maíz, ajonjolí, calabacita, cebollín, chile, melón, pepino, perejil, sandía, tomate, aceite de cártamo, cebada, trigo, acelga, ajo, betabel, brócoli, cebolla, coliflor, chícharo, nabo, ejote, espinaca, lechuga, rábano, repollo, zanahoria, alfalfa, vid y espárrago. La zona costa comprende los municipios de Tijuana, Tecate y Ensenada. Cuenta con 252 500 hectáreas susceptibles de cultivo, de las cuales 15 mil son de riego por bombeo. Se siembra frijol, maíz, trigo, ajo, apio, berenjena, brócoli, calabacita, calabaza, cebolla, cebollín, chícharo, chile, cilantro, col, ejote, tomate, lechuga, papa, pepino,

rábano, tomate, maíz, melón, sandía, zanahoria, cebada, sorgo, trigo, col de Bruselas, chile verde, cilantro, col, avena, espárrago, clavel, almendro, chabacano, ciruelo, dátil, durazno, limón real, manzano, membrillo, mandarina, nogal, olivo, peral, pistache y vid. (Avendaño Ruiz & Varela Llamas, 2010)

A pesar de no ser considerado como un estado agrícola, los cultivos de algodón y de trigo tienen relevancia a nivel nacional; así como las frutas y hortalizas a nivel internacional, destacando el cebollín, espárrago, tomate, fresa, pimientos y pepinos, incorporándose recientemente a este paisaje la aceituna y la vid. En Baja California la producción de hortalizas nació en los años sesenta con vocación exportadora. La cercanía del mercado estadounidense, la ventaja absoluta derivada del menor costo de la mano de obra mexicana respecto a la de Estados Unidos, la disposición de agua y la orientación agrícola del valle de Mexicali y la zona costa propiciaron la incorporación de los productores agrícolas locales al contexto internacional. (Avendaño Ruiz & Varela Llamas, 2010)



2.2 VID

La vid es una liana que con sus tallos sarmentosos y zarcillos se enrosca y trepa en un soporte en busca de luz. La parte aérea comprende el tronco, los brazos o ramas y los brotes (también llamados pámpanos), mientras que las hojas están insertas en los nudos. La inflorescencia de la vid se conoce como racimo y la uva es su fruto. Al conjunto de las vides o cultivos se les denomina viñedo. (SAGARPA, 2017) A continuación se muestra la clasificación taxonómica de la vid:

TABLA 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA VID.

| Rango | Nombre científico |
|---------------|--------------------------|
| Reino | <i>Plantae</i> |
| subreino | <i>Traqueobionta</i> |
| Superdivisión | <i>Espermatofita</i> |
| División | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase | <i>Magnoliopsida</i> |
| subclase | <i>Rosidae</i> |
| Orden | <i>Rhamnales</i> |
| Familia | <i>Vitáceas Juss.</i> |
| Género | <i>Vitis L. - uva</i> |
| Especies | <i>Vitis vinifera L.</i> |

Tomado de (USDA, n.d.-a)

La uva es de forma esférica, carnosa y muy jugosa, se agrupa en racimos; su cáscara es delgada y resistente, y su color varía del verde limón al rojo solferino; posee pulpa aromática y sabor dulce. Es rica en vitaminas A, C, E, B1, B2, B3 y B6, y en minerales como calcio, fósforo, sodio, potasio, hierro, cobre, magnesio, zinc, ácido fólico, glucosa y fructuosa. (SAGARPA, 2017)

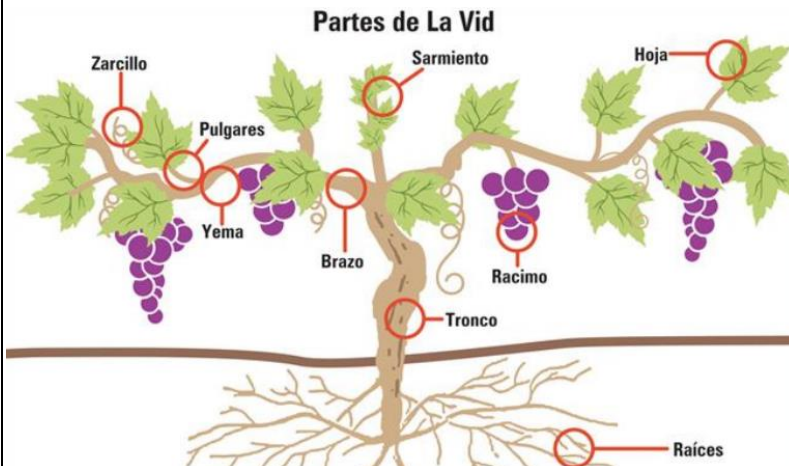


FIGURA. 4. PARTES DE LA VID.
TOMADA DE RUIZ CARVAJAL, 2022B

(CEDRSSA, 2017)

A continuación, algunas de las variedades de vid más representativas para el uso final que poseen:



TABLA 3. PRINCIPALES VARIEDADES DE VID POR DESTINO FINAL.

| Uva de mesa y uva pasa | Uva industrial |
|--------------------------|---------------------------|
| <i>Flame Seedless</i> | <i>Cabernet Sauvignon</i> |
| <i>Superior Seedless</i> | <i>Carignan</i> |
| <i>Red Globe</i> | <i>Merlot</i> |
| <i>Perlette</i> | <i>Chardonnay</i> |
| <i>Summer Royal</i> | <i>Chenin Blanc</i> |
| <i>Early Divine</i> | <i>Grenache</i> |
| | <i>Zinfandel</i> |
| | <i>Syrah</i> |
| | <i>Tempranillo</i> |
| | <i>Nebbiolo</i> |

Tomado de (Castillo Exposito, 2021; Ruiz Carvajal, 2022a)

En este trabajo de investigación se trabajó con residuos provenientes del cultivo y procesamiento de vid de la variedad Grenache la cual es de origen español, implantada en Francia desde el siglo XIV. El vino a base de garnacha es rico en alcohol y de una baja acidez. Su capacidad de oxidarse se aprovecha en la elaboración de vinos dulces naturales. La garnacha suele mezclarse con la mourvèdre y la syrah. (CEDRSSA, 2017) además siendo una de las variedades de importancia en la región de Baja California. (Ruiz Carvajal, 2022a).

2.3 VID EN MÉXICO

El vino data de muchos miles de años; las más recientes evidencias científicas encontradas por los historiadores, donde consta que se elaboró vino procedente de uva (*Vitis vinifera*) por primera vez en la historia de la humanidad fue en el valle de Zagros (Hoy Irán, Irak y Turquía). (Ruiz Carvajal, 2022b)

La elaboración de vino y su consumo se ha ido extendiendo por todo el mundo. Así, hoy en día se puede encontrar varios países en los que destaca alguna región vitivinícola donde la mayor parte del volumen de la producción mundial de vino, alrededor de un 80%, se concentra en 10 países productores: Italia, Francia, España, Estados Unidos de Norteamérica, Argentina, Australia, Chile, Sudáfrica, Alemania y Portugal. (Ruiz Carvajal, 2022b)



FIGURA. 5. CASA MADERO. PARRAS COAHUILA

El origen de la vid en México se remonta a la conquista de Tenochtitlan. El 20 de marzo de 1524, Hernán Cortés dicta las primeras ordenanzas para la Nueva España, en la cual declara plantar vid, aunque sea de las nativas y que posteriormente serán sustituidas por la vid europea. (CEDRSSA, 2017; López Franco, 2012)

Sus plantíos se extendieron del centro del país hacia los territorios del norte con el fin de producir vino para las celebraciones religiosas, al transcurrir de los siglos se adaptaron mejor estos cultivos

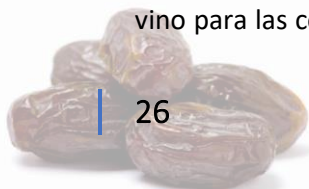




FIGURA. 6. PRINCIPALES ZONAS VITIVÍNICOLAS DE MÉXICO.

Tomada de (Consejo Mexicano Vitivinícola, n.d.)

dadas las características de suelo, agua y temperatura en determinadas zonas propensas para su producción. (CEDRSSA, 2017)

Las regiones de la Nueva España en las que se detectaron condiciones propicias para el cultivo de la vid y cuya gran mayoría aun constituyen zonas vitivinícolas del país fueron: Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila, Sonora, Baja California y Puebla. (CEDRSSA, 2017)

Para el año 2020, los estados que cosecharon uva fueron los siguientes: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila,

Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. Sin embargo, quienes concentran la mayor superficie cosechada son: Sonora, Zacatecas, Baja California, Aguascalientes y Coahuila. (SIAP, 2020)

México cuenta con 29.5 mil hectáreas sembradas de uva fruta, uva pasa y uva de uso industrial, de las cuales se obtiene una producción anual que supera las 407 mil toneladas de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP, 2020)

2.4 VID EN BAJA CALIFORNIA

Por lo que respecta a la uva en Baja California, los jesuitas plantaron las primeras vides en las misiones de esta región desde 1697 y fueron reemplazados por los franciscanos cuando en 1767 se les expulsó de América. Finalmente los dominicos continuaron con esa actividad, abriendo nuevas misiones y cultivos en los valles de Guadalupe y Santo Tomás. (López Franco, 2012)

Sus productos, con características e influencias mediterráneas, hacen de esta región una de las más importantes. Ubicado dentro de la franja del vino, situada entre los 30 y 50 grados de latitud norte, manifiesta las características del clima mediterráneo: hay inviernos húmedos y veranos secos y templados, ideal para obtener cosechas de gran calidad y sabor único. Es la zona que comprende desde el sur de la línea fronteriza con los Estados Unidos que se extiende desde Mexicali hasta Ensenada y cuenta con influencia del océano Pacífico desde el este y desde el oeste. (Vazquez Elorza et al., 2022)



El municipio de Ensenada se le considera la capital del vino mexicano. (Ruiz Carvajal, 2022a) Al año 2021, en 4,393 hectáreas de viñas se producen 22 mil 800 toneladas del fruto. (SADER de Baja California, 2022) En la zona costa de Baja California el cultivo de la vid genera alrededor de 350 mil jornales anuales y es un importante detonador del valor económico de esta cadena productiva, al multiplicar por cuatro su valor mediante la transformación en vino y al multiplicarlo por 10, cuando se añade en conjunto el sector terciario de servicios, gastronomía y turismo nacional e internacional. (Vazquez Elorza et al., 2022)

En esta zona existen alrededor de 184 empresas Vitivinícolas que constituyen el 95% de la producción nacional de vino de mesa. Sobresalen los viñedos de Santo Tomás el más antiguo y conocido (el primero de la región edificado en 1791 por el dominico fray José Oriente), Pedro Domeq, LA Cetto y Monte Xanic. A ellas se suman otras vitivinícolas relevantes: Cavas Valmar, Viña

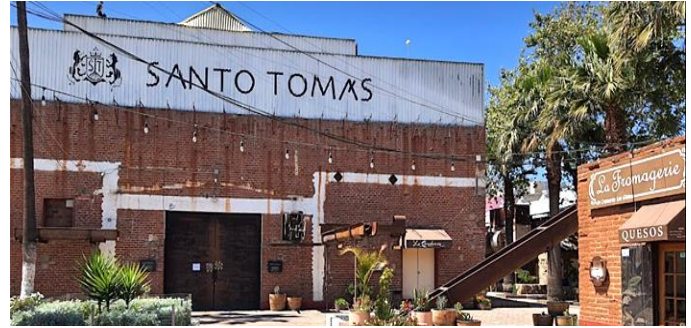


FIGURA. 7. BODEGAS DE SANTO TOMÁS BAJA CALIFORNIA. Tomada de (Zona Turística, n.d.).

Liceaga, Bodegas San Antonio, Casa Bibayoff, Casa de Piedra, Mogor Badan, Bodegas Valle de Guadalupe y Chateau Camou junto con una gran variedad de cavas más pequeñas de vinos artesanales y de autor. (Vazquez Elorza et al., 2022)

Actualmente los vinos de mesa de Baja California se encuentran a la altura de los mejores del mundo, demostrado en innumerables eventos Internacionales, lo que ha puesto a Baja California y en especial a la Costa como una zona con un gran potencial para la producción de vinos con calidad internacional. (Ruiz Carvajal, 2022a)

En Ensenada, por su ubicación y su relieve topográfico, se extienden múltiples valles entre los que destacan: el Valle de Guadalupe, que es el más conocido, el Valle de Calafia, el de Santo Tomás, el de San Vicente y el San Antonio de las Minas. A ellos se suman los valles de Tecate y de Tijuana donde las principales variedades de vid cultivadas son los que se observan en la tabla 4.



FIGURA. 8. RUTA DEL VINO EN BAJA CALIFORNIA.

Tomada de (Mapa de La Ruta Del Vino de Baja California. Valle de Guadalupe Ensenada, n.d.)



TABLA 4. PRINCIPALES VARIEDADES DE VID EN BAJA CALIFORNIA.

| Variedad tinta | Variedad blanca |
|--|--|
| <i>Cabernet Sauvignon</i> <i>Merlot</i> <i>Nebbiolo</i> <i>Tempranillo</i> <i>Barbera</i> <i>Zinfandel</i> <i>Rubi Cabernet</i> <i>Grenache</i> | <i>Chenin Blanc</i> <i>Sauvignon Blanc</i> <i>Chardonnay</i> <i>Colombard</i> |



Tomada de (Ruiz Carvajal, 2022a)

Baja California concentra 49.64% de la superficie sembrada a nivel nacional y aporta 45.66% del valor de la producción nacional de uva industrial; aunque Zacatecas obtiene una mayor producción de uva industrial, la cultivada en el estado posee una mayor cotización por tonelada. (Vazquez Elorza et al., 2022)

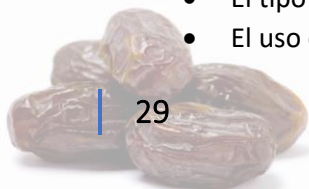
2.5 PRINCIPALES RETOS DE LA VID

La región vitivinícola de Baja California se enfrenta principalmente a problemáticas, que pudieran clasificarse en dos tipos: internos y externos; en los primeros destacan los limitados recursos económicos, la falta de equipos y maquinaria o su modernización, la falta de poder de negociación y la capacidad en la distribución del producto, entre otros. En el segundo rubro, los vitivinicultores se enfrentan a la escasez de agua en la región, lo que repercute en la salinización de los suelos (y por ende, en la calidad del vino), la falta de proveedores locales (generando altos precios y limitar su competitividad en el mercado), el escaso financiamiento gubernamental a la actividad, una falta de cultura de consumo en el país y el marco fiscal resulta poco competitivo debido al efecto piramidal de impuestos como el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios [IEPS] y el Impuesto al Valor Agregado [IVA]. (Góngora Rosado, 2017)

Se utiliza en vitivinicultura el término “rendimiento” para establecer la cantidad de kilos de uva que se obtienen, generalmente, por hectárea de viñedo. Esto se verá condicionado fundamentalmente por la cantidad de vides plantadas y por la cantidad de racimos estipulados por cada planta. (Ruiz Carvajal, 2022c)

Existen factores que pueden afectar el rendimiento de los cultivos como, por ejemplo:

- Humedad y fertilidad del suelo.
- El tipo y calidad de suelo.
- Condiciones climáticas (Radiación solar, fotoperiodo, precipitación, heladas, viento, etc.).
- La localidad del viñedo.
- Plagas y enfermedades.
- Las características de la variedad.
- La edad del viñedo.
- Las prácticas culturales (sistema de conducción, abonos, etc.).
- El tipo de riego.
- El uso consuntivo de la vid.



El cultivo de uva es uno de los más importantes en el mundo, con casi 60 millones de toneladas producidas a nivel mundial. La mayor parte de la producción total de uva (75%) se utiliza para vinicultura. Aproximadamente el 20% del peso de las uvas, constituye uno de los residuos más relevantes del proceso de fabricación de vino, el orujo de uva. El orujo consiste en el residuo que queda al exprimir fuertemente la uva, para sacar el licor o zumo y está conformado por el raspón, hollejo o piel y semillas de uva. (Banquez Sanmartin, 2017)

Otro de los residuos generados son los sarmientos que son vástagos delgados, flexibles y nudosos, de donde brotan las hojas y los racimos de uva. Los sarmientos resultan de las podas que se realizan a las plantas de vid después de la cosecha con la finalidad de limitar su crecimiento natural, y



FIGURA. 9. BAGAZO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE VINO.
Tomada de (Paucar Luna et al., 2023)

mejorar el rendimiento y la calidad de las uvas. Generalmente la cantidad de este residuo oscila entre 2 a 4 toneladas de podas o sarmientos en un viñedo al año. (Banquez Sanmartin, 2017)

Durante el cultivo y procesamiento de la vid no solo se genera un impacto ambiental por la acumulación de residuos orgánicos que provocan la liberación de CO₂ y otros gases de efecto invernadero producidos por la fermentación o su manejo para reducir de volumen generado (incineración/quemas), sino que además durante la siembra de las vides el uso de fertilizantes, pesticidas y el uso de una gran cantidad de agua (1.2 y 2.5 m³ de agua/hectárea) provocan la erosión del suelo; así como las altas emisiones de

CO₂ generadas debido al consumo de gasolina y diésel por el uso de maquinaria de siembra, así como en la fabricación de las botellas de vino. (Vazquez Elorza et al., 2022)

La producción sostenible se ha vuelto pieza esencial para el manejo y reducción de los residuos orgánicos además de incluir un adecuado uso de los recursos disponibles para el cultivo de la vid. Por lo que actualmente se buscan nuevos usos y aplicaciones de los residuos generados durante las fases de elaboración de vino (principal uso de la vid en Baja California) como se muestra en la tabla 5, al emplearlos como fuente de compuestos tecnológicos y saludables para utilizarlos en la alimentación animal, industria farmacéutica, cosmética o alimentaria. (Vazquez Elorza et al., 2022)

Por otra parte, en el estado ya se buscan estrategias donde el aprovechamiento de los recursos, principalmente el agua, sean manejado de la manera más eficiente a fin de reducir su uso, pero manteniendo e inclusive mejorando la calidad de los cultivos.

Las propuestas se basan en la búsqueda de biofertilizantes que reduzcan al mínimo el uso de fertilizantes y agroquímicos; adecuaciones en los cultivos además de la inversión de infraestructura que permitan un menor uso de agua y que permitan la captación del agua de lluvia; así como la automatización de sistemas de iluminación y control de temperatura que ayudaría a la disminución de las descargas de gases invernadero y CO₂ al ambiente. (Góngora Rosado, 2017)



TABLA 5. MAPA TECNOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PROCESOS DE VINIFICACIÓN.

| Raspon y hojas | Hollejo | Pepita | Orujo |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Biocombustible • Fuente de levaduras • Lignocelulosa | <ul style="list-style-type: none"> • Compuestos bioactivos • Colorantes • Antifungicos | <ul style="list-style-type: none"> • Aceite • Combustible • Cremas y cosméticos • Alimento para ganado | <ul style="list-style-type: none"> • Polisacaridos • Biomasa • Lignocelulosa • Proteína • Ácido tartárico • Fibra dietética • Abono orgánico • Bioetanol |

Tomado de (Vazquez Elorza et al., 2022)

2.6 DÁTIL

La palabra dátil proviene de la palabra griega “*daktilos*” (por su forma de dedo) es el fruto de la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), del árbol alto de la familia de la palma, con hojas grandes y largas (de hasta 6 metros). Es un fruto más interesante de lo que aparenta, son bayas jugosas y succulentas; grandes, ovaladas o de forma esférica de color ámbar-rojo. (Cruz Farfud, 2021)

El tronco de la palmera datilera es cilíndrico vertical, con un diámetro en promedio de un metro, pudiendo alcanzar hasta los 30 metros de altura. Su vida promedio puede ser superior a los 100 años. Dependiendo de la variedad, edad y condiciones ambientales, las hojas de la palma son de tres a seis metros de longitud y tienen una vida de tres a siete años. Estas son pinnadas, localizándose de forma espiral en el tronco, siendo de 0.5 metros de ancho en la nervadura central media que se estrecha hacia ambos extremos de la hoja, con espinas en el pecíolo. (Salomón-Torres et al., 2017)

A diferencia de otros frutos, el dátil no se somete a un proceso de desecación, sino que se seca al sol en el mismo árbol y después se recolecta, aunque los frutos que caen al piso no son tan buenos para su consumo como lo que son tomados en los racimos. Como cualquier fruto, todos los dátiles tienen semilla; pero para facilidad del consumidor en América esta se retira de manera industrial o manual. (Cruz Farfud, 2021)

Otra de las curiosidades de este fruto natural, es que dependiendo del país o región se le puede reconocer con diferentes nombres, por ejemplo; Khalas, Medjool, Deglet Nour, Barhi, Sayer, Dabbas, Fard, Khundri, Kadrawi, Khinezi, Ajwa, Mabroom, Sukkary, Safawi, Mozafati, Zahidi, etc. Además, de cultivarse en países del Medio Oriente, los dátiles también, se cultiva en algunos países de América. (Cruz Farfud, 2021)

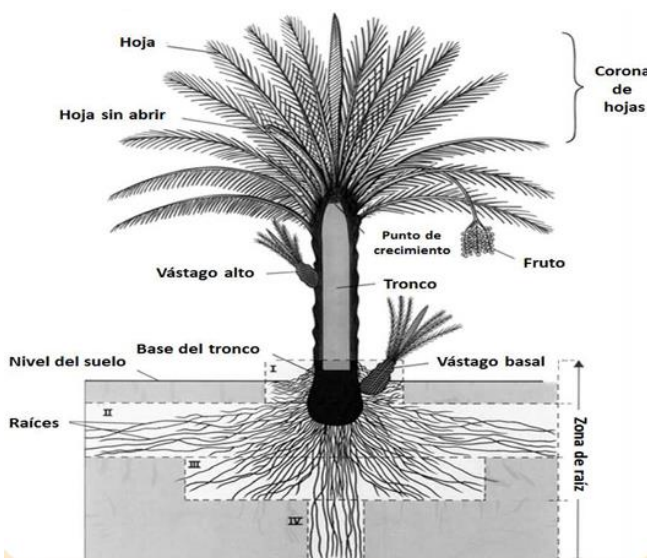


FIGURA. 10. DIAGRAMA DE PALMA DATILERA.

Tomada de (USDA, n.d.)



TABLA 6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE PALMA DATILERA.

| Rango | Nombre científico |
|---------------|--------------------------------------|
| Reino | <i>Plantae</i> |
| subreino | <i>Traqueobionta</i> |
| Superdivisión | <i>Espermatofita</i> |
| División | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase | <i>Liliopsida</i> |
| subclase | <i>Arecidae</i> |
| Orden | <i>arecales</i> |
| Familia | <i>Areaceae</i> Bercht. & J. Presl |
| Género | <i>Phoenix</i> L. - palmera datilera |

Tomada de (USDA, n.d.-b)

La propagación del consumo de este fruto se diseminó gracias a la extensión del islam por África, Asia y Europa. Posteriormente llegó a América a través de la conquista española. (Salomon Torres et al., 2017)

El dátil se compone de un pericarpio, mesocarpio, endocarpio y una semilla (también llamado grano, hueso o pireno). El mesocarpio, que representa la mayor parte de la pulpa del fruto, consiste en células parenquimatosas agrandadas y se divide en mesocarpio externo y mesocarpio interno intermedio por 3–10 capas de células taninas. (Al-Shwyeh, 2019; Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011; Espiritu Bretado, 2020)

La semilla (véase figura 11) tiene un lado ventral caracterizado por un surco de profundidad y anchura variable a lo largo de su longitud. El lado dorsal de la semilla es convexo con un pequeño orificio poco profundo llamado el micropilo bajo el cual se encuentra el embrión. Las semillas de diferentes variedades de dátil difieren en la profundidad del surco y la posición del micropilo (central o periférico). (Al-Shwyeh, 2019; Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011; Espiritu Bretado, 2020)

El dátil se desarrolla en cinco etapas diferentes (véase tabla 7), conocidas por sus nombres en árabe: Hanabauk, Kimri, Khalal (o Bisir), Rutab y Tamar. Dependiendo de la variedad, el dátil se vuelve comestible en las últimas tres etapas como resultado de la disminución de la amargura, el aumento de la dulzura y la mejora de la sensibilidad. Las diferentes variedades de frutos de dátiles se pueden recolectar de manera variable en las etapas Khalal, Rutab y / o Tamar, y el mejor momento de la cosecha depende de la variedad. (Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011; Espiritu Bretado, 2020)

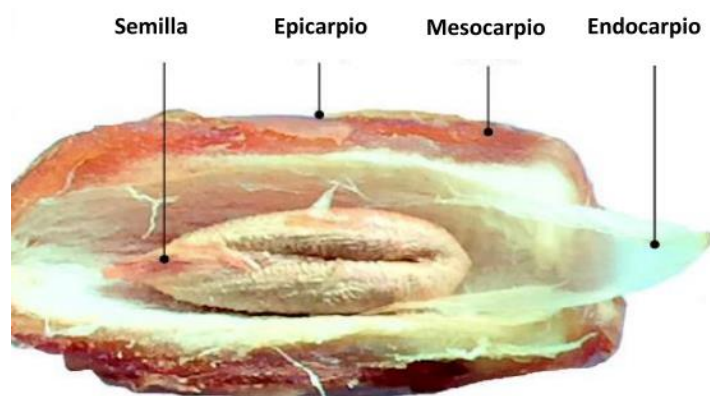


FIGURA. 11. CAPAS DEL FRUTO DÁTIL.

Tomada de (Al-Shwyeh, 2019; Espiritu Bretado, 2020)



TABLA 7. ETAPAS DE MADURACIÓN DEL DÁTIL.

| Etapa de maduración del fruto | Características |
|-------------------------------|---|
| Etapa Kimri | El contenido de humedad de la fruta es bastante alto (85%). En esta etapa el dátil aumenta de tamaño, peso y contenido de azúcar. Su color verde comienza a volverse amarillo o rojo al final de esta etapa, dependiendo de la variedad del dátil. |
| Etapa Khalal | Los dátiles son de color rojo, rosa o amarillo con textura dura. El contenido de humedad del dátil disminuye gradualmente y la sacarosa comienza a convertirse a los azúcares reductores (glucosa y fructosa). El aumento de peso del dátil es lento en esta etapa, y empieza a perder la astringencia. |
| Etapa Rutab | La punta del dátil comienza a tornarse marrón cuando inicia esta etapa. Por otro lado, empiezan a perder su peso debido a la disminución de humedad, por lo que el contenido de humedad de la fruta en esta etapa es del 35%. El ablandamiento del tejido y el oscurecimiento de la piel también se producen en esta etapa. |
| Etapa Tamar | Los dátiles varían en tamaño, forma, color, textura y sabor según la variedad y las condiciones agroclimáticas. La forma de los dátiles en Tamar varía de ovalada a cilíndrica con dimensiones de 3 a 11 cm de largo y 2 a 3 cm de diámetro y color de amarillo, marrón, rojo a negro, variando según el tipo de cultivar. |

Elaborada a partir de datos de (Al-Shwyeh, 2019; Ashraf & Hamidi-Esfahani, 2011; Espiritu Bretado, 2020)

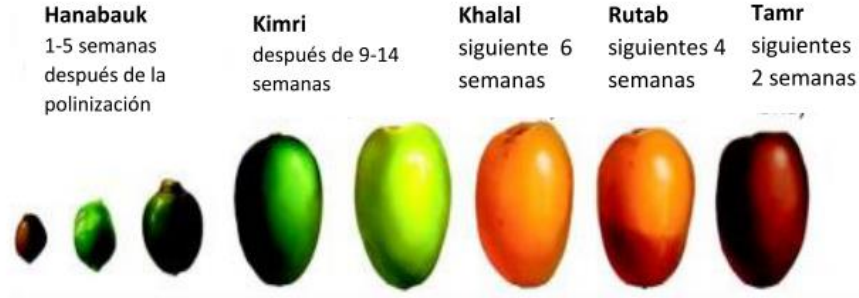


FIGURA. 12. ETAPAS DE MADURACIÓN DEL DÁTIL.

Tomada de (Al-Shwyeh, 2019; Espiritu Bretado, 2020)

El dátil se puede encontrar solo o en diversos productos preparados como lo son postres, mermeladas, vinagretas, como endulzante natural muy saludable gracias a que posee un bajo índice glucémico. (Cruz Farfud, 2021)



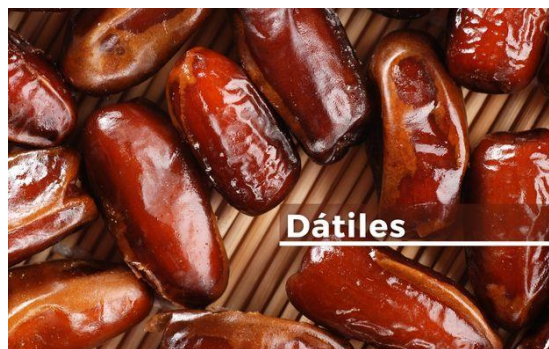


FIGURA. 13. DÁTIL.
Tomada de (SADER, 2022)

Los beneficios de producir y consumir el fruto de la palma datilera (*Phoenix dactylifera L.*) son su alto contenido de azúcares, minerales y vitaminas. Su composición nutricional varía de acuerdo con diversos factores como clima, suelo y cultivar analizado. Los dátiles son ricos en antioxidantes (fenoles, carotenoides y flavonoides) y vitaminas A, del grupo B (B1, B2 y B3) y C, además contienen una gran cantidad de fibra dietética y son una buena fuente de minerales (potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro y zinc). (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, 2022; Salomon Torres et al., 2017)

TABLA 8. APORTACIÓN A LA SALUD EL CONSUMO DE DÁTIL.

| Principales componentes | Efecto en la salud |
|-------------------------|---|
| Antioxidantes | Prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, cáncer, inflamación y el continuo envejecimiento. |
| Vitamina B6 | Mejora las funciones cerebrales como la memoria, aumenta la concentración y atención, estimula el aprendizaje y la capacidad intelectual. |
| Fibra dietética | Importante para la salud y limpieza del tracto digestivo, ayudando a reducir el riesgo de contraer cáncer de colon. Mejoramiento de padecimientos de colon irritable, estreñimiento, hemorroides y otros trastornos de naturaleza intestinal. |
| Minerales | Potasio y magnesio son promotores en la disminución de la presión arterial y mejoramiento de la función cardíaca. |

Elaboración a partir de datos de (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, 2022; Salomon Torres et al., 2017)

2.7 DÁTIL EN BAJA CALIFORNIA

En México, la mayor producción de este fruto se encuentra en los Municipios de San Luis Río Colorado, Altar y Caborca, en Sonora; Mexicali, en Baja California; Comundú, Mulegé y La Paz, en Baja California Sur y Viesca en el Estado de Coahuila; siendo el primero el principal productor nacional con una participación del 80% de la producción. Las condiciones ideales de clima y suelo han permitido un apropiado crecimiento y cultivo del fruto, resultando en un producto altamente rentable. (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017; Salomón-Torres et al., 2017)

En la zona de Valle de Mexicali hay una superficie de 1,438 hectáreas establecidas con palma datilera. Durante el 2021 se obtuvo una producción de 8 mil 179 toneladas de dátil con la cosecha de 938 hectáreas. El rendimiento obtenido fue de 8.720 toneladas por hectárea y generaron un valor de la producción que superó los \$601.6 millones de pesos, aproximadamente (Representación Agricultura Baja California, 2022). La variedad mayormente utilizada por los agricultores mexicalenses es la medjool. (Navarro Castro et al., 2018)

En el Valle de San Luis Río Colorado, Sonora, se cuenta con una superficie de 1,650 hectáreas con palma datilera. (Representación Agricultura Baja California, 2022)





FIGURA. 14. PALMA DATILERA VALLE DE MEXICALI.

Tomada de (Representación Agricultura Baja California, 2021)

El mayor rendimiento en el cultivo del dátil se debe inicialmente al alto porcentaje de amarre del fruto. El éxito de este porcentaje depende de la combinación de varios factores como la fuente y calidad del polen, la eficiencia de la técnica de polinización, el periodo de polinización, la compatibilidad macho-hembra y de otros componentes importantes también, como temperatura, riego, suelo y fertilización. (Salomón-Torres et al., 2017)

2.8 PRINCIPALES RETOS DEL CULTIVO DE DÁTIL

El principal reto del dátil es su cultivo y propagación.

La palma datilera se propaga en forma natural por dos vías: semillas o los hijuelos. La plantación por semilla solo es recomendable para la obtención de algunas variedades pues con este método se obtienen 50% hembras y machos en comparación con la plantación por hijuelo los cuales conservan el sexo y demás características de la planta madre. El desarrollo idóneo de la palma datilera se alcanza entre los 10 y 12 años, pero esta puede sobrevivir por más de 100 años. (Nemesio Laguna, 2017)

Durante el cultivo del dátil este debe ser protegido de diversos factores que afectan al fruto, como lo es la lluvia, la cual puede causar daño fisiológico y enfermedades internas en el fruto en la fase de floración y cosecha; alta y baja humedad relativa del ambiente que puede favorecer la aparición de plagas y a la pérdida de consistencia del fruto pasando a ser seco y duro; el viento puede afectar la humedad del fruto causando deshidratación, entre otros. Una de las maneras más rápidas y sencillas de proteger los frutos de los cambios ambientales, así como de las plagas es el uso de papel encerado y bolsa de malla principalmente en el último estadio de maduración del fruto. (Navarro Castro et al., 2018)

Durante la producción se acompaña de pérdidas sustanciales durante las diferentes etapas del proceso como son: recolección, empaque, almacenamiento y comercialización. (Nemesio Laguna, 2017) Entre la cosecha del 2017 y 2018 en una empresa del área de Valle de Mexicali, alrededor del 50% del dátil cultivado no presentaba las características idóneas para su comercialización, siendo el principal problema la deshidratación de los frutos (47%) provocando la apariencia seca y dura del fruto siendo no apto para su consumo humano. (Blando Briceño, 2019)

Los dátiles que no presentan calidad comercial aceptable, comúnmente denominados "subproductos", no son consumidos por los humanos debido a una inadecuada textura (demasiado duros o demasiado blandos), contaminación por hongos (*Fusarium oxysporium*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*) e infestación por insectos, principalmente el picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) que afecta la palma y el escarabajo de la corteza (*Coccotrypes dactiliperda*) que daña al



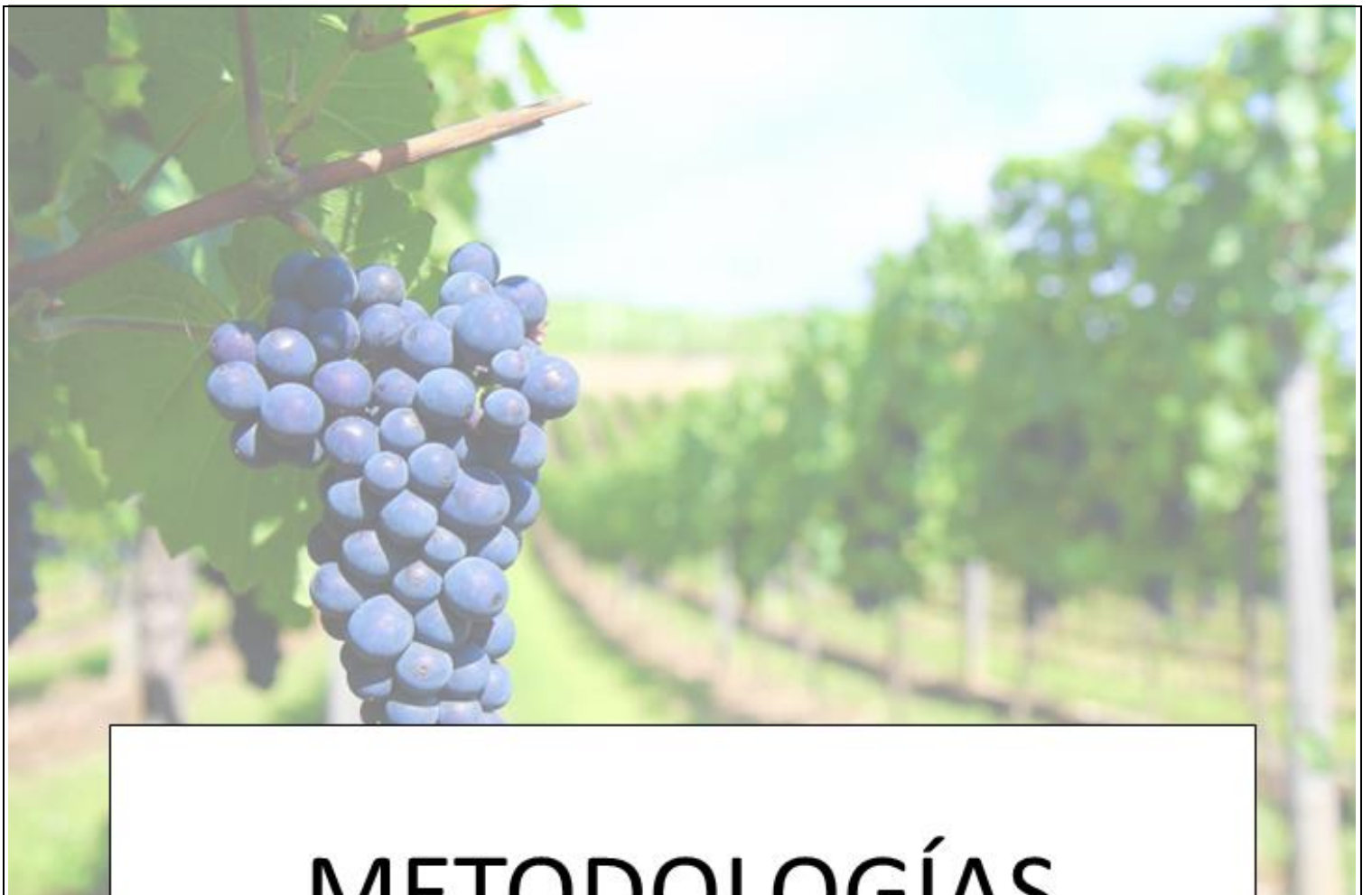
fruto y semilla, o simplemente debido a su pobre calidad comercial, como es el caso de México, donde no se han presentado otros problemas (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017)

Lo anterior puede desencadenar problemas medioambientales, junto con una gran pérdida de materia prima. En Sonora, la exportación del fruto de dátil es una de las principales actividades comerciales; sin embargo, entre el 20 y 30% de la producción se desaprovecha. Por décadas, los subproductos eran descartados o utilizados para la alimentación animal; no obstante, esta tendencia ha venido disminuyendo debido a la evidencia científica reciente, la cual indica que los subproductos agrícolas son una excelente fuente de materia prima para la obtención de ingredientes potencialmente funcionales, así como una fuente promisoría para el desarrollo de nuevos ingredientes con alto valor nutricional. (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017)

A nivel mundial en los subproductos de dátil han sido identificados un número importante de compuestos con diferentes propiedades tecnológicas y farmacológicas como, por ejemplo, fibra dietética, proteínas, ácidos orgánicos y compuestos fitoquímicos como fenoles, esteroides, carotenoides, antocianinas, procianidinas y flavonoides. Dichos compuestos, dependerán de factores como el origen geográfico de los dátiles, la variedad, el estado de maduración, las condiciones de almacenamiento y los procesos postcosecha utilizados. (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017)

Por este motivo es importante el estudio y aprovechamiento de aquellos residuos que año con año se generan en la producción agrícola de la región a fin de evitar su desperdicio por medio de la reutilización de sus principales componentes tanto en la misma agroindustria, industria médica, industria cosmética, entre otras; que a su vez apoyaría en la disminución de residuos agrícolas que fuese necesario tratar de acuerdo a los planes de manejo del estado, favoreciendo principalmente al medio ambiente.





METODOLOGÍAS



III. METODOLOGÍAS

3.1. Obtención de material vegetal y generación de extractos.

Se recolectó material vegetal en el Viñedo Cuarta Roca en San Antonio de las Minas, Ensenada Baja California para el caso de los residuos (Uva y Hoja de vid); en el Valle de Mexicali se obtuvo material vegetal proveniente de la palma Datilera los residuos de la producción de Dátil Medjool.

De la uva se extrajo el hollejo separando las hojas y del dátil la pulpa y la semilla; se dejaron secar a temperatura ambiente, protegidos de la luz y el polvo a fin de eliminar el contenido de agua de estos. Después se fragmentaron en partes más pequeñas y se colocó la cantidad necesaria para la maceración de cada uno.

El material se colocó en un recipiente cerrado con metanol y se mantuvo a temperatura ambiente protegido de la luz y con agitación constante. Posteriormente el disolvente se concentró a presión reducida por rota-evaporación. Después de obtener el material deshidratado, se obtuvieron los pesos que se muestran en la tabla 9.

TABLA 9. PESO DEL MATERIAL VEGETAL PARA MACERACIÓN.

| Material Vegetal | Peso del material vegetal (gramos) | Peso extracto generado (gramos) |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Hollejo de Vid | 404.9 g | 255.89 g |
| Hoja de Vid | 150 g | 31.97 g |
| Pulpa dátil Medjool | 1000 g | 536.51 g |
| Semilla dátil Medjool | 100 g | 7.03 g |



FIGURA. 15. MACERACIÓN ALCOHÓLICA.



3.2. Actividad antioxidante.

3.2.1. Técnica de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de polifenoles.

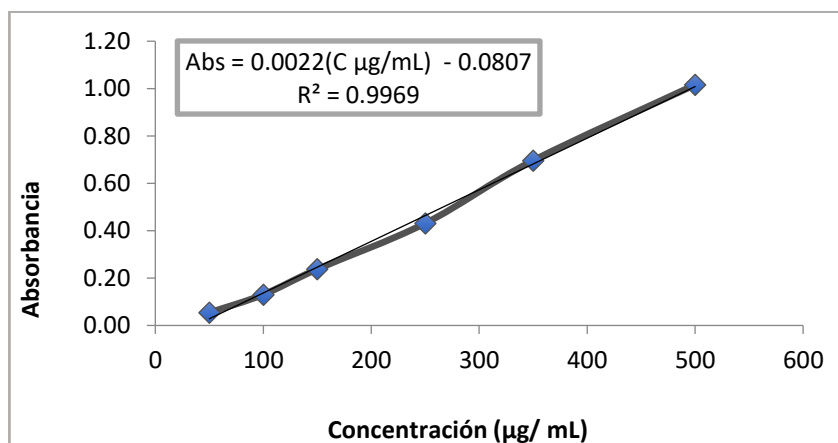
Se realizó la prueba de Folin-Ciocalteu (Martínez & López, n.d.; Perez-Meseguer et al., 2016) para la determinación de polifenoles totales que posee cada uno de los extractos a evaluar.

Se preparó una curva de calibración a partir de una solución estándar de 1 mg/mL de ácido gálico en agua en un rango de 50 a 500 µg/mL siguiendo la siguiente metodología.

A nueve tubos de ensayo se adicionaron 1.5 mL de agua destilada, 0.05 mL de la solución anterior del extracto, 0.25 mL de reactivo de Folin. A continuación, se dejaron reposar por 3 minutos y se les adicionó 1 mL de carbonato de sodio al 7% m/v, agitando moderadamente y dejándose en reposo bajo oscuridad por dos horas, se lee la absorbancia de cada una de las soluciones a 760 nm y se elabora la curva calibración ajustando por el método de mínimos cuadrados mostrada en la gráfica 1, obteniendo la ecuación de regresión que representa la curva $ABS = 0.0022(C \mu\text{g/mL}) - 0.0807$.

Para la muestra se preparó una solución inicial de 10 mg/mL para cada extracto evaluado en metanol. Se siguió la misma metodología anteriormente descrita trabajando por triplicado y a su vez cada muestra por triplicado. Se obtuvo el promedio de la absorbancia para posteriormente utilizar la ecuación de regresión de la recta y obtener la concentración de polifenoles presentes en cada muestra expresados en µg/mL.

GRÁFICA 1. CURVA DE CALIBRACIÓN POLIFENÓLES TOTALES.



3.2.2. Reducción del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).

Para la determinación de la reducción del radical DPPH (Salazar-Aranda et al., 2015), se preparó una disolución de DPPH 125 µM en metanol.

Los extractos de hoja y hollejo de vid se evaluaron a una concentración inicial de 2.5 mg/mL y 30 mg/mL, respectivamente; para el caso de los extractos de pulpa de dátil y de semilla de dátil, la concentración inicial fue a 10 mg/mL y 1 mg/mL respectivamente.

Se realizaron 10 diluciones seriadas (1/2) por triplicado dejando en cada tubo 500 µL de cada concentración, se adicionaron 500 µL de DPPH a cada uno de los tubos, y el tubo blanco el cual se emplea metanol en lugar de la muestra, y se dejaron reposar en oscuridad por un periodo de 30 min. Se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. El ensayo se realizó por triplicado en cada experimento.

Con las absorbancias obtenidas se determinó el porcentaje antioxidante que fue obtenido con la ecuación 1.

ECUACIÓN 1. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DPPH.

$$\% \text{ Actividad Antioxidante} = \left[1 - \left(\frac{Am}{Ac} \right) \right] \times 100$$

Donde:

Am es la absorbancia promedio de la muestra y,

Ac es la absorbancia del blanco de DPPH.

Para la obtención de la concentración efectiva media (CE₅₀), el porcentaje de actividad antioxidante se graficó contra concentración, obteniendo una ecuación de la recta y su correlación para cada extracto evaluado, posteriormente encontrar el valor de CE₅₀.



3.2.3. Reducción de catión radical ABTS (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico).

Para la determinación de la reducción del catión radical ABTS (Marta et al., 2005; Re Roberta, Pellegrini Nicoletta, Proteggente Anna, Pannala Ananth, Yang Min, 1999), se preparó la solución de ABTS con 0.0194 g de ABTS, 0.0033 g de persulfato de potasio y 5 mL de agua; esta disolución se prepara 18 horas previas al experimento y se mantiene bajo oscuridad.

Los extractos de hoja y hollejo de vid se evaluaron a una concentración inicial de 2.5 mg/mL y 30 mg/mL, respetivamente; para los extractos de semilla y pulpa de dátil, las concentraciones iniciales fueron 3 mg/mL y 50 mg/mL respectivamente. Para cada uno se realizaron 10 diluciones seriadas (1/2) por triplicado.

La solución de ABTS anteriormente preparada se diluye a una concentración de 10 µL/mL con metanol.

De las muestras anteriores se tomaron 20 µL de cada una y se colocaron en un tubo nuevo, se adicionaron 980 µL de la solución de ABTS diluida y se dejaron en incubación bajo oscuridad por siete minutos. Enseguida se analizaron en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 734 nm.

Con las absorbancias obtenidas se determinó el porcentaje antioxidante que fue obtenido con la ecuación 2.

ECUACIÓN 2. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ABTS.

$$\% \text{ Actividad Antioxidante} = \left[1 - \left(\frac{Am}{Ac} \right) \right] \times 100$$

Donde:

Am es la absorbancia promedio de la muestra y,

Ac es la absorbancia del blanco de ABTS.

Para la obtención de la concentración efectiva media (CE₅₀), el porcentaje de actividad antioxidante se graficó contra concentración, obteniendo una ecuación de la recta y su correlación para cada extracto evaluado, posteriormente encontrar el valor de CE₅₀.



3.2.4. Método colorimétrico de Tricloruro de Aluminio.

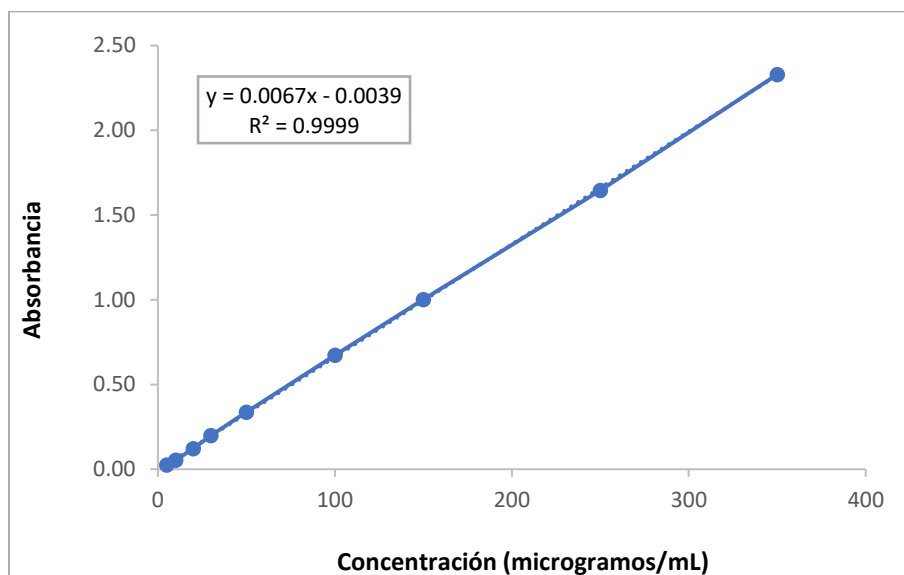
La cuantificación de flavonoides totales se realizó por el método colorimétrico de tricloruro de aluminio (Chang et al., 2002) donde se preparó la muestra de extracto a evaluar a 1mg/mL. Posteriormente a nueve tubos se agregaron 0.5 mL de muestra a evaluar, 1.5 mL de metanol, 0.1 mL de $AlCl_3$ al 10% m/v, 0.1 mL de Acetato de potasio 1M y 2.8 mL de agua destilada.

Se dejaron incubar por 30 min protegido de la luz a temperatura ambiente. Una vez transcurrido el tiempo se leyó la absorbancia a 415 nm. El blanco se preparó bajo las mismas condiciones sustituyendo la muestra a evaluar por agua destilada. El experimento se realiza por triplicado.

Previamente se preparó una curva de calibración a partir de una solución estándar de 1 mg/mL de quercetina en metanol en un rango de 0 a 350 μ g/mL siguiendo la siguiente metodología.

Se obtuvo el promedio de la absorbancia obtenida y se sustituyó el valor de x con el promedio obtenido en la ecuación de la recta $y=0.0067x - 0.0039$ dando como resultado la cantidad de flavonoides totales son expresados como microgramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto seco (μ g EQ/g ES).

GRÁFICA 2. CURVA DE CALIBRACIÓN FLAVONOIDES TOTALES (QUERCETINA)



3.3. Ensayo Bromatológico.

3.3.1. Determinación de carbohidratos.

Para la determinación del contenido de carbohidratos se emplearon dos metodologías, la primera cuantifica el contenido de azúcares totales y la segunda determina los azúcares reductores. La cantidad de azúcares no reductores se establece por medio de una diferencia. Todas las muestras se realizan por triplicado para ambas determinaciones.

La curva patrón necesaria en este ensayo se realizó utilizando como estándar glucosa para ambos experimentos.

3.3.1.1. Determinación de azúcares totales.

El método empleado para la determinación de los azúcares totales fue el de Fenol-Sulfúrico (Dubois et al., 1956; Nielsen, 2017; Ramona Ávila Núñez, Bernarda Rivas Pérez, 2012).

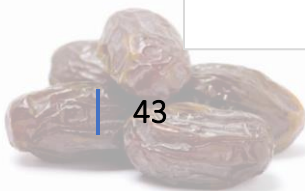
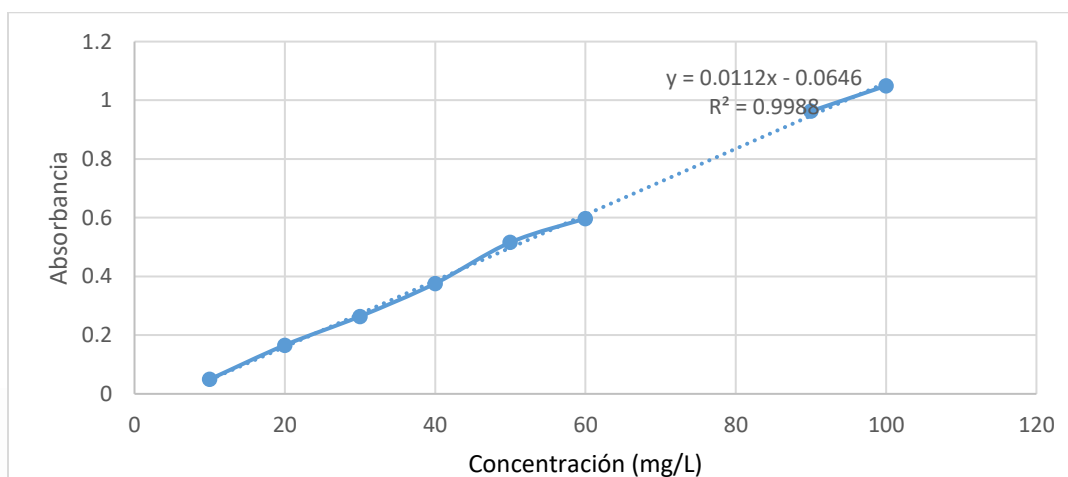
Se preparó una curva de calibración a partir de una solución estándar de 100 mg/mL de glucosa en agua en un rango de 10 a 100 mg/mL siguiendo la siguiente metodología.

Se adicionó 1 mL de la solución preparada anteriormente y 1 mL de solución acuosa de Fenol al 5% m/v. Se agitó en vórtex por 1 minuto y se adicionó a cada tubo 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se agitó en vórtex de nuevo y se dejó en reposo por 30 min para posteriormente leer las absorbancias a 488 nm frente a un blanco preparado de la misma manera, pero empleando como solución agua destilada.

Con las absorbancias obtenidas se elaboró una curva de calibración ajustando por el método de mínimos cuadrados mostrada en la gráfica 3, obteniendo la ecuación de regresión que representa la curva $y = 0.0112x - 0.0646$ con la cual se determinó la concentración de azúcares totales expresado como mg/L.

Para la evaluación de los extractos se siguió la metodología anteriormente descrita, evaluando el triplicado del triplicado, preparando una solución patrón de cada extracto a 1mg/mL y realizando una dilución (1/10).

GRÁFICA 3. CURVA DE CALIBRACIÓN DE AZÚCARES TOTALES.



3.3.1.2. Determinación de azúcares reductores.

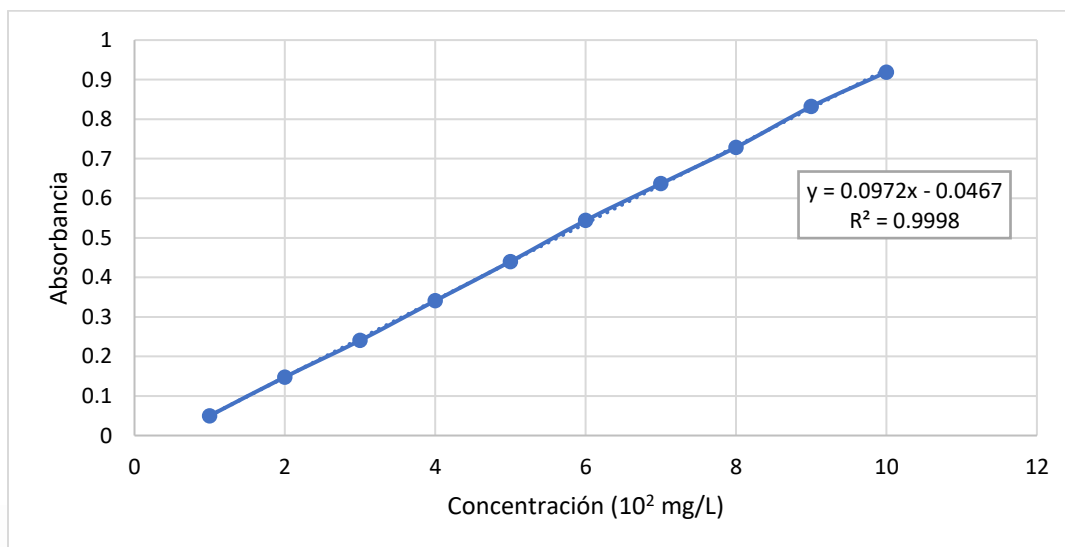
De acuerdo con el método Miller (Miller, 1959), los azúcares reductores pueden reducir al ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) bajo determinadas condiciones. Cuando el ácido 3,5-dinitrosalicílico es reducido en presencia de calor, por los azúcares reductores que entran en contacto con él, se desarrolla un cambio de color parecido al café (con variaciones de amarillo hasta café). El cambio de coloración puede entonces determinarse por lecturas de densidad óptica, leídas por espectrofotometría a una determinada longitud de onda. La concentración de los azúcares reductores totales liberados en la muestra se determina haciendo una interpolación en la curva patrón del azúcar utilizado, graficando la absorbancia en función de la concentración.

Para la aplicación del método DNS de Miller se preparó el reactivo DNS, disolviendo 0.8 g de NaOH en agua destilada, 15g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado y 0.5g de DNS. Esta mezcla se aforó a 50 mL con agua destilada y se mantuvo en un frasco ámbar a 4°C. (Montañez, 2019)

Se preparó una curva de calibración con soluciones patrón de 100-1000 mg/L de glucosa, de las cuales se tomó 1 mL de la solución correspondiente, se adiciono 1 mL de la solución DNS preparada anteriormente, los tubos se calentaron a ebullición por 5 min en baño de maría. La reacción se detuvo por enfriamiento con baño de agua y hielo. Posteriormente a las muestras se les adicionaron 5mL de agua destilada a cada uno, se agitaron por inmersión y se dejaron en reposo por 15 min. Finalmente, su absorbancia se determinó a 540 nm. Con las absorbancias se construyó una curva de calibración ajustando por el método de mínimos cuadrados que se muestra en la gráfica 4, obteniendo la ecuación de la recta $y = 0.0972x - 0.0467$, para determinar la concentración de azúcares reductores.

Para la evaluación de los extractos, se preparó una solución de 1mg/mL de cada uno y se evaluaron siguiendo la metodología anteriormente descrita. La concentración de azúcares reductores se determinó utilizando la ecuación de la recta.

GRÁFICA 4. CURVA DE CALIBRACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES.



3.3.2. Determinación de grasas.

La extracción de grasas se realizó utilizando un analizador de grasas marca Hanon mostrado en la figura 16 el cual se basa en el método Soxhlet. Se pesaron 2 g de muestra en un dedal y se colocaron de 35 a 40 mL de *n*-hexano en el vaso recolector de grasas como disolvente y se dejó por extracción continua durante 3 h.

Una vez transcurrido el tiempo de reflujo, se dejaron otros 30 min con la llave cerrada para la colección del solvente. Después de secar el producto, el porcentaje de grasas se determinó con la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 2. DETERMINACIÓN DE GRASAS

$$\%Grasas = \frac{W_{vaso\ con\ grasas} - W_{vaso\ sin\ grasas}}{W_{muestra}} \times 100$$

El residuo de grasas se resguardó para la determinación de fibra cruda.



FIGURA. 16. EQUIPO PARA EXTRACCIÓN DE GRASAS.



3.3.3. Determinación de cenizas.

El método para la determinación de cenizas se realizó mediante la calcinación de la muestra en un crisol tarado para obtener el contenido de minerales totales o material inorgánico de la muestra. (Olvera Novoa et al., 1993; Vergara, 2016)

En este proceso se pesaron de 2 a 3 g de muestra seca en un crisol tarado. Se realizó una primera calcinación en mechero a fin de reducir el material orgánico, para posteriormente llevarlo a la mufla Thermolyne 1400 a 700 °C por 2 h y posteriormente se enfría hasta llegar a 100 °C, se dejó enfriar en desecador y finalmente se obtuvo el peso constante del crisol con ceniza. Con los pesos obtenidos se determinó el porcentaje de cenizas de la muestra.

ECUACIÓN 3. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_{\text{tarado+cenizas}} - W_{\text{tarado vacío}}}{W_{\text{muestra}}} \times 100$$

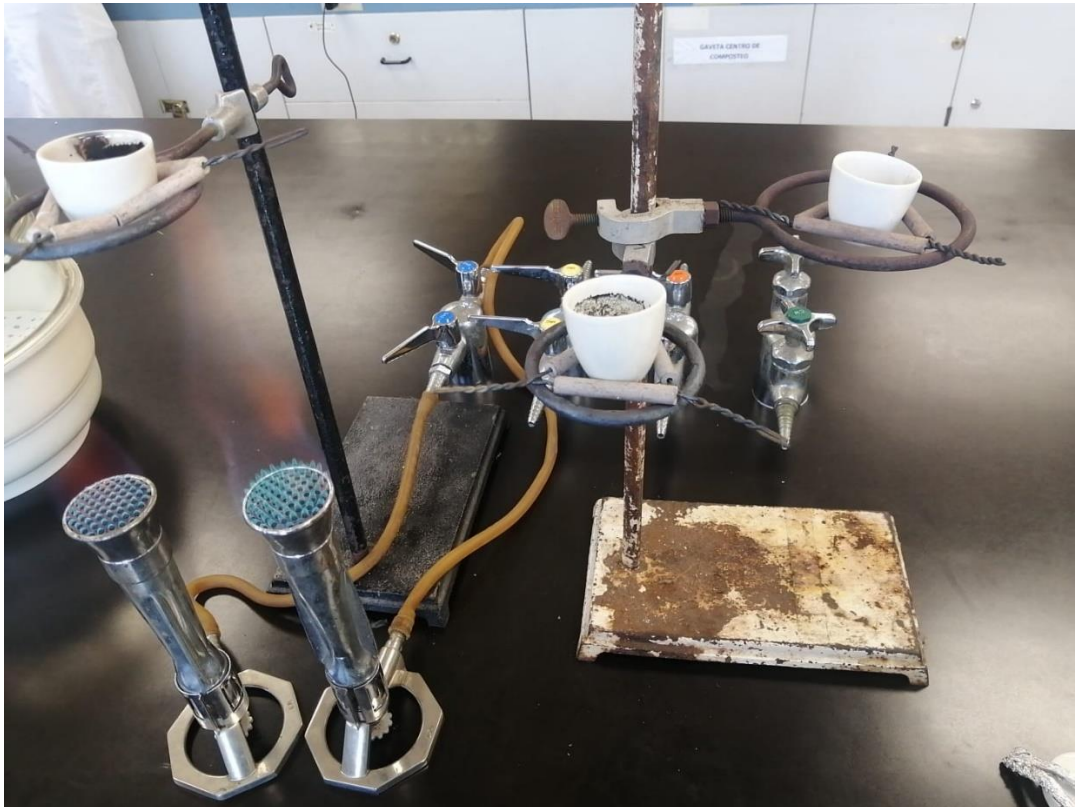


FIGURA. 17. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.



3.3.4. Determinación de proteínas.

La determinación de proteínas se llevó a cabo por el método Kjeldahl Total para la cuantificación de nitrógeno. (HACH COMPANY, 2000)

Se realiza una curva de calibración utilizando estándares primarios de nitrógeno siguiendo la metodología planteada obteniendo la ecuación que representa la curva por el método de regresión lineal $Y = 0.0065X + 0.0030$ donde Y representa la absorbancia y X representa la concentración de nitrógeno expresado en mg/L.

En primer lugar, se pesaron de 0.2-0.5 g de la muestra en un matraz de digestión de 100 mL, posteriormente se le adicionó 1 mL de agua y 5 mL de H_2SO_4 concentrado. Se colocó la disolución en un digestor Digesdahl marca Hach a $440^\circ C$ por 4 min evitando que la muestra se seque. Una vez concluida la digestión, se agregaron por goteo 10 mL de peróxido de hidrógeno al 50%. Al término del goteo, se dejó digerir 1 minuto más, obteniendo una solución clara y se retiró del digestor, se dejó enfriar y se aforó el matraz a 100 mL, con dicha solución se realizó la evaluación del contenido de nitrógeno.

Para la determinación del nitrógeno se tomaron 1 mL de la solución preparada previamente y se agregaron los siguientes reactivos en el siguiente orden:

- 1 gota de TKN (indicador).
- Gota a gota de KOH 8N hasta una coloración azul.
- 1 gota de KOH 1N (coloración azul permanente).

Se aforó a 20 mL con agua destilada y se le agregó:

- 3 gotas de estabilizador mineral.
- 3 gotas de alcohol polivinílico.

Después se aforó a 25 mL con agua destilada, se agitó, y se adicionó 1 mL del reactivo de Nessler y se agitó por inversión. Se mantuvo en reposo por 2 min y se midió la absorbancia a 460 nm. Con las absorbancias obtenidas, se obtuvo el contenido de mg de nitrógeno/L utilizando la ecuación de la recta que representa la curva.



FIGURA. 18. DIGESTIÓN DE LA MUESTRA.



3.3.5. Determinación de fibra cruda.

La determinación de fibra cruda se realizó a las muestras libres de grasas, realizando una digestión ácida, seguida de una digestión básica y finalmente secado y calcinación. La diferencia de pesos entre las últimas dos etapas nos indica la cantidad de fibra presente. (DOF, 1978; Olvera Novoa et al., 1993; Vergara, 2016)

En esta metodología se empleó el residuo obtenido de la extracción de grasas, se pesó ($W_{muestra}$) en un vaso de precipitado para fibra de 600 mL, se le adicionó 200 mL de ácido sulfúrico 0.255 N, unas perlas de ebullición y se digiere a reflujo en un digestor de fibra cruda marca Labconco por 30 min. Una vez transcurrido el tiempo se filtró en caliente empleando papel filtro, lavando con agua destilada hasta un pH de 7. Se regresa el residuo al vaso, se adicionaron 200 mL de NaOH 0.313 N, y se reanuda la digestión por otros 30 minutos. Una vez transcurrido el tiempo se filtró en caliente empleando papel cero cenizas lavando con agua destilada hasta pH de 7. Se dejó secar el papel filtro en estufa hasta peso constante ($W_{residuo\ seco}$), se colocó en un crisol previamente tarado, se incineró en mechero hasta cenizas, se lleva a temperatura ambiente en desecador y se pesa hasta lograr peso constante ($W_{cenizas}$). El porcentaje de fibra cruda se calcula con la ecuación 5.

ECUACIÓN 4. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

$$\%Fibra\ cruda = \frac{W_{residuo\ seco} - W_{cenizas}}{W_{muestra}} \times 100$$



FIGURA. 19. DIGESTIÓN ÁCIDA PARA DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA.



3.4. Caracterización cualitativa y cuantitativa de macro y microelementos y metabolitos secundarios.

3.4.1. Tamiz fitoquímico.

La determinación cualitativa de metabolitos secundarios se obtuvo con los siguientes métodos:

Tabla 10. Pruebas colorimétricas.

| Metabolito secundario | Método |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Alcaloides | Mayer Dragendorff Wagner |
| Taninos | Cloruro férrico Gelatina |
| Esteroides y triterpenoides | Lieberman – Burchard |
| Flavonoides | Shinoda |
| Carbohidratos | Benedict |
| Saponinas | Espuma |
| Glucósidos antraquinónicos | Borntrager |
| Cumarinas | Erlich |

Para algunas de las pruebas fue necesaria la preparación de soluciones concentradas de cada extracto y en otras fue directo de este. (Cai et al., 2011; Lamiaceae et al., 2016; Prashant et al., 2011)



3.4.2. Determinación de macro y microelementos.

Para la determinación de la presencia y/o ausencia de macro y microelementos, se realizó una marcha analítica sistemática de cationes (Durán, 2012).

A continuación, se muestran los pasos realizados con cada uno de los extractos, la evaluación se realizó por triplicado.

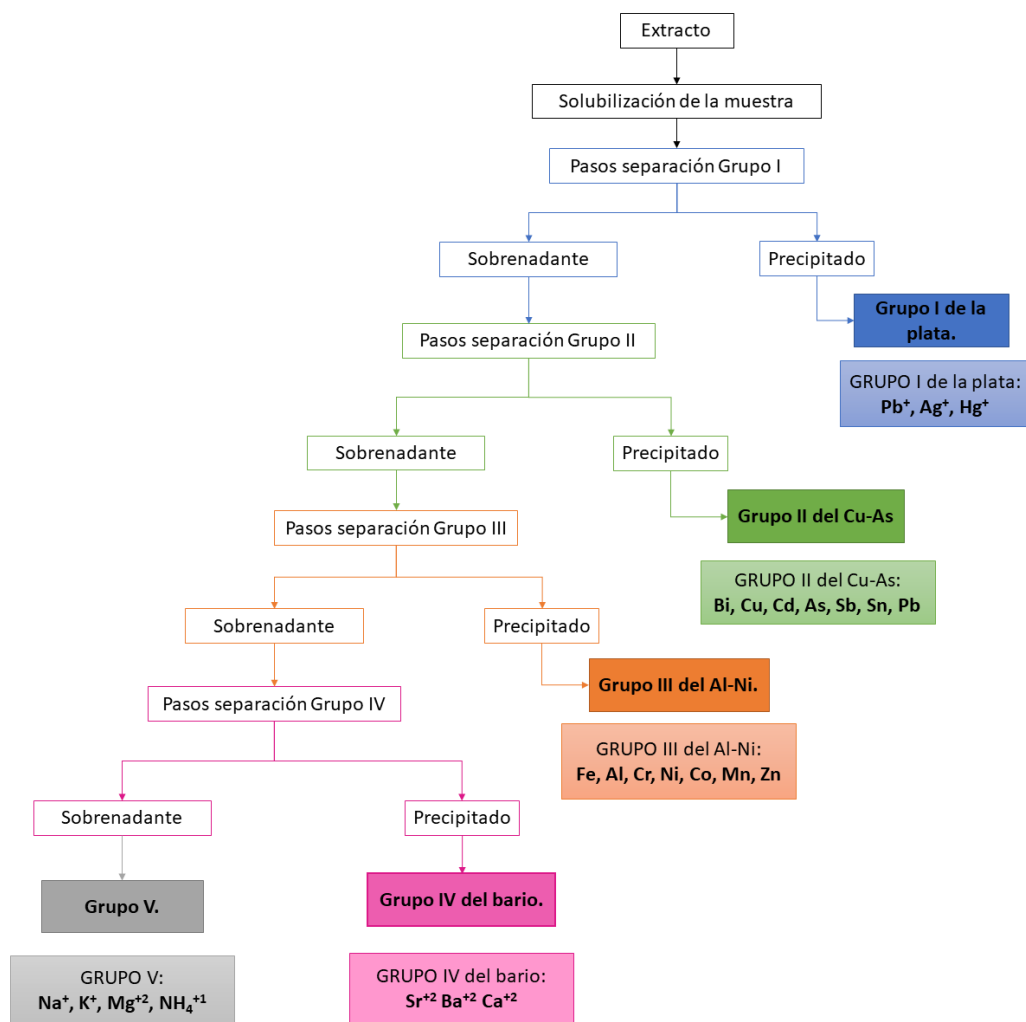


FIGURA. 20. MARCHA ANALÍTICA DE CATIONES

La solubilización de la muestra se realizó con ácido nítrico concentrado. La solución del extracto ya sin precipitado se utilizó en los pasos posteriores para la separación de los cationes por grupo obtenidos por medio de precipitación.

Una vez separados los grupos de cationes por su naturaleza, se procedió a la identificación individual de cada uno.



3.5. Actividad bioestimulante.

Para la evaluación de la actividad bioestimulante de los extractos se emplearon dos metodologías: en la primera se evaluó la capacidad de germinación de semillas de *Cucumis sativus L.* en ambiente controlado y en la segunda la generación de raíces adventicias en cotiledón de *Cucumis sativus L.*

3.5.1. Evaluación de extracto vegetales como potencial bioestimulante en la germinación de semillas.

Para la evaluación de extractos vegetales como posibles bioestimulantes en la germinación de semillas se empleó el método de germinación en papel (Davies et al., 2015; Hernández Amasifuen et al., 2019; Ramirez et al., 2021). Para esta metodología se preparó una solución patrón a una concentración conocida y subsecuentes diluciones seriadas de cada uno de los extractos generados. Como control negativo se empleó agua corriente y como control positivo una solución de ácido giberélico a una concentración de 2 ppm (Araya, Emanuel; Gómez, Luis; Hidalgo, Nancy; Valverde, 2000; Eloy López- Medina; José Mostacero- León; Armando Efraín Gil- Rivero; Angélica López - Zavaleta; Anthony J. De La Cruz-Castillo, 2019). Para este experimento se colocaron 5 semillas de *Cucumis sativus L.* en una caja Petri de 90 mm en la cual previamente se colocó papel que fue impregnado con 15 mL de la solución a evaluar. Se dejó en incubación a una temperatura de 20 a 25° C con fotoperiodo de 24 h luz.

Cada una de las semillas fue identificada y se obtuvieron los siguientes datos a los tiempos 0, 48, 96, 144 horas.

- Peso de semilla (mg).
- Longitud radícula principal (mm).
- Longitud radícula secundaria (medir la de mayor longitud) (mm).
- Longitud de hipocótilo (mm).
- Longitud de cotiledón (mm).
- Numero de semillas germinadas.
- Fase de crecimiento de la plántula a las 144 h.

Estas mediciones se tomaron cada 2 días hasta completar un total de 6 días. Con los resultados obtenidos se calculó:

ECUACIÓN 5. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

$$\% \text{ Germinación} = \left(\frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Total de semillas evaluadas}} \right) * 100$$

ECUACIÓN 6. ÍNDICE DE VIGOR DE PLANTULA.

$$\text{Índice de vigor} = \left(\frac{\text{Longitud de plantula} * \text{Porcentaje de germinación}}{100} \right)$$

ECUACIÓN 7. VELOCIDAD DE ELONGACIÓN RADICULAR.

$$\text{Velocidad de elongación radicular} = \frac{\text{Longitud radicular}}{\text{Total de días}}$$



ECUACIÓN 8. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DE LA PLANTULA.

$$\% \text{Crecimiento de la plántula} = \left(\frac{\text{Peso plántula a las 144 h}}{\text{Peso de la semilla a las 0 h}} \right) * 100$$



3.5.2. Determinación de la capacidad de generación de raíces adventicias.

Para la determinación de la generación de raíces de tipo adventicias se realizó en dos fases: la primera consistió en la obtención de cotiledones y la segunda en la generación de raíces. (Laura Vasquez, 2014).

En la primera fase se emplearon semillas de *Cucumis sativus L.* plántulas germinadas de 6 días con cotiledón liberado empleando el método de germinación en papel detallado en la metodología anterior con ciertas modificaciones de las cuales destaca el uso de agua como solvente, así como las condiciones de incubación a temperatura 20 a 25° C en oscuridad total.

Una vez generado el cotiledón se procedió a su extirpado de la plántula generada para su exposición frente al extracto y/o solución a evaluar, el cual se colocó en una placa Petri de 90 mm de diámetro por el método de germinación de papel ya impregnado con la solución de cada extracto a diferentes concentraciones, se colocaron 5 cotiledones previamente identificados. De cada cotiledón se obtuvieron los siguientes datos hasta completar 8 días:

- Peso de cotiledón (Tiempo 0 y 192 h).
- Longitud radícula principal (Tiempo 0, 96, 192 h).
- Número de cotiledones enraizados (Tiempo 0, 96, 192 h).
- Número de raíces generadas (Tiempo 192 h).

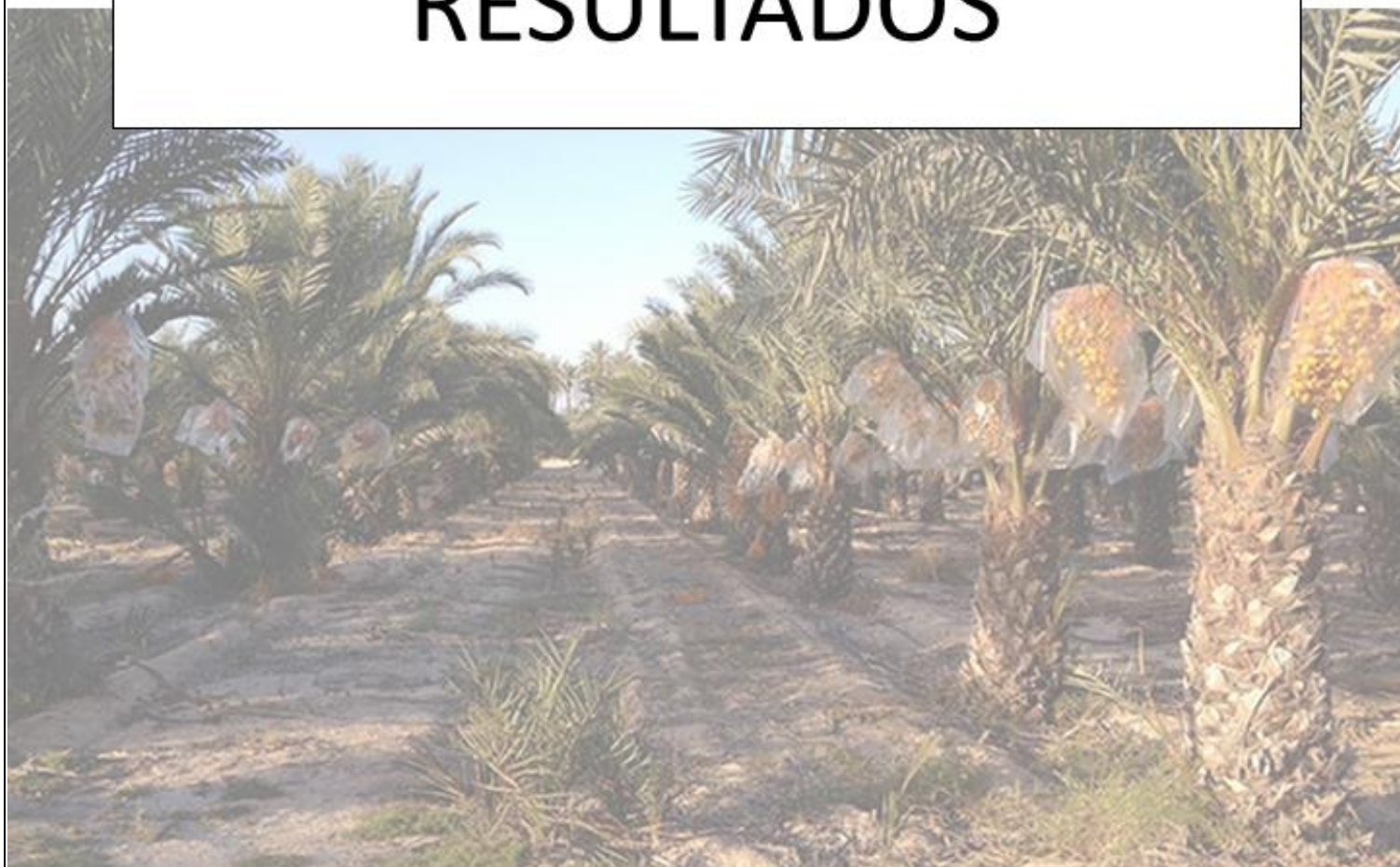
Con los resultados obtenidos se calcularon los siguientes parámetros usando las ecuaciones de la metodología anterior.

- Porcentaje de crecimiento.
- Longitud radicular (mm).
- Velocidad de elongación radicular (mm/día).





DISCUSIÓN DE RESULTADOS



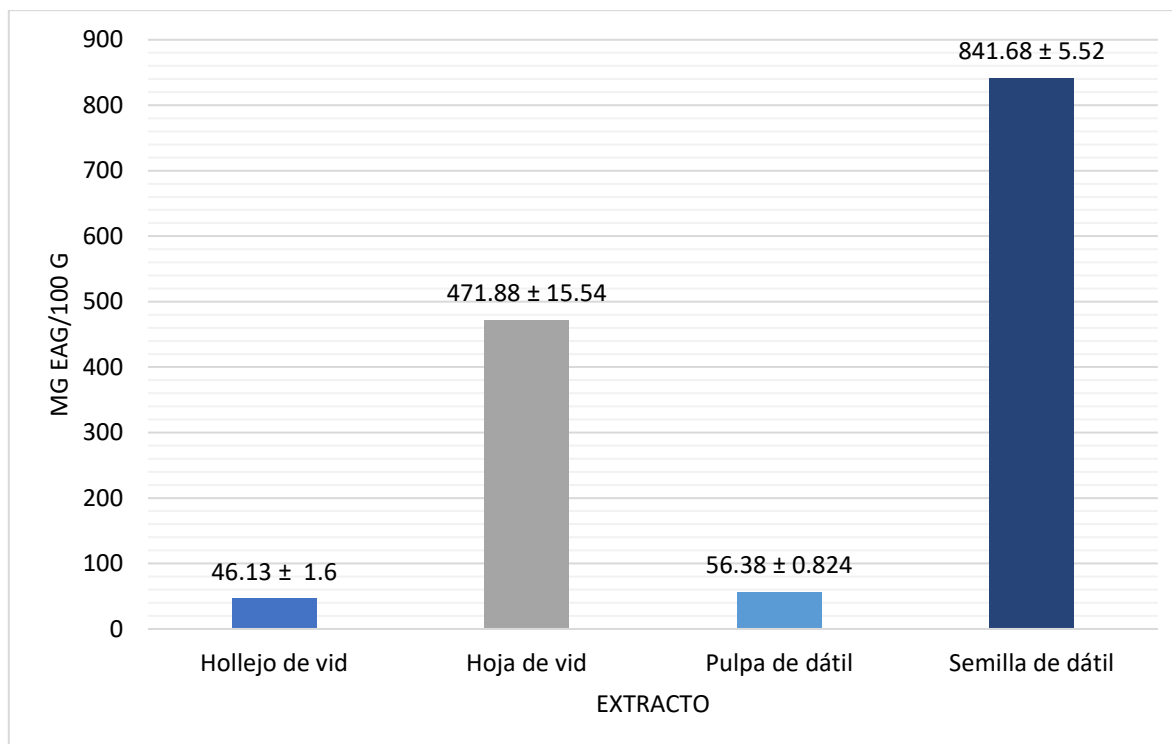
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2. Actividad antioxidante.

4.2.1. Técnica de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de polifenoles.

En la determinación de polifenoles totales se obtuvieron los siguientes resultados:

GRÁFICA 5. CONTENIDO POLIFENÓLICO DE EXTRACTOS.



De acuerdo con los resultados obtenidos se destaca en el extracto de Semilla de dátil un mayor contenido de compuestos de tipo polifenólico, siguiendo el extracto de hoja de vid con valores de $841.68 \pm 5.52 \mu\text{g EAG} / 100 \text{ g}$ y $471.88 \pm 15.54 \mu\text{g EAG} / 100 \text{ g}$ respectivamente.

Estos resultados son congruentes con bioensayos reportados en la literatura en las que se mencionan extractos de maceración alcohólica que son recomendados para la extracción de compuestos polifenólicos (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017). Además, indican que los diferentes extractos relacionados a la pulpa, semilla, hoja y hollejo, si presentan diferencias en el contenido de polifenoles, siendo las semillas las principales fuentes de almacenamiento de estos.

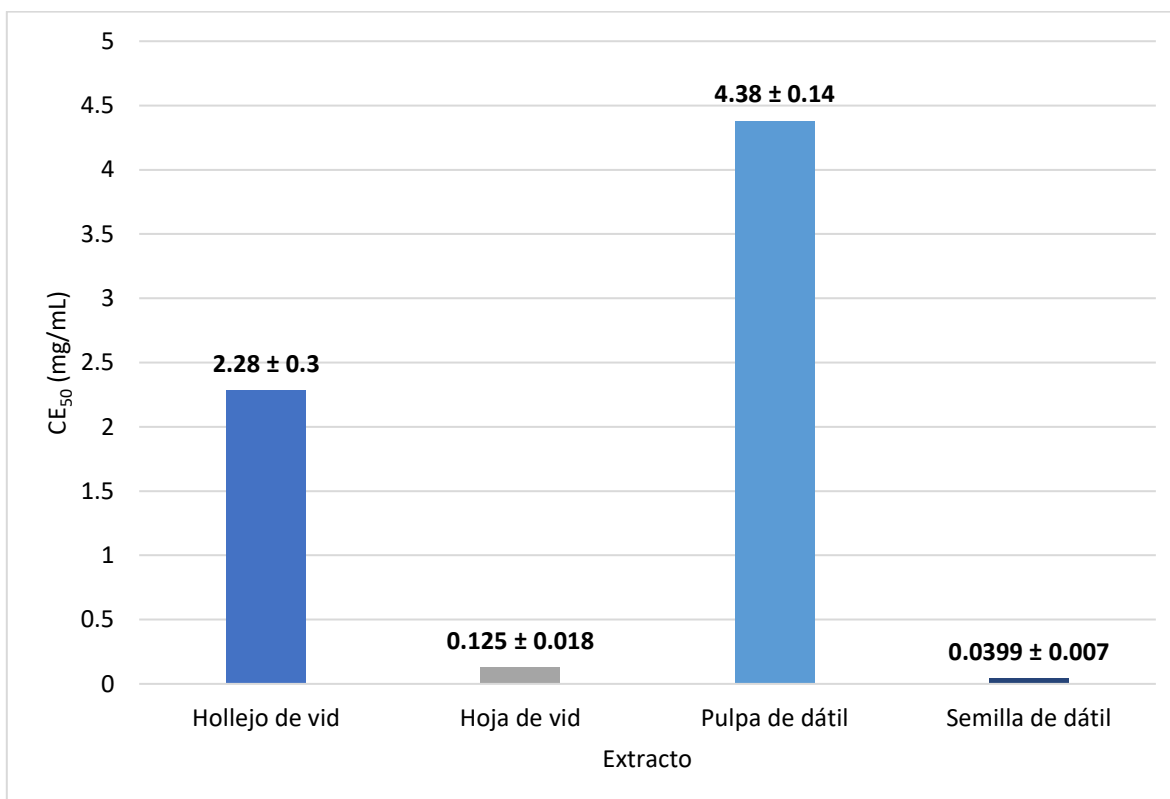
Actualmente se sabe que conforme aumenta el grado de maduración del fruto, disminuye el contenido de compuestos polifenólicos, principalmente taninos, por acción de la enzima polifenol oxidasa (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017).



4.2.2. Reducción del radical DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los extractos.

GRÁFICA 6. CONCENTRACIÓN EFECTIVA MEDIA EN DPPH.



El extracto obtenido a partir de la semilla de dátil mostró una mejor capacidad antioxidante al requerir 0.0399 ± 0.007 mg/mL para neutralizar el radical DPPH, seguido de el extracto de hoja de vid con 0.125 ± 0.018 mg/mL.

Estos resultados presentan el mismo comportamiento que los mostrados en la evaluación del contenido polifenólico determinado por el método de Folin-Ciocalteu.

La concentración efectiva media para el extracto de hollejo de vid se ha reportado en la literatura a $1.33 \pm 0,04$ mg base seca/mL extracto (Angela Viviana Ruales Salcedo & Alzate, 2017), siendo un valor cercano al obtenido experimentalmente, la diferencia entre ambos valores puede atribuirse a los diferentes métodos empleados en la obtención del extracto.

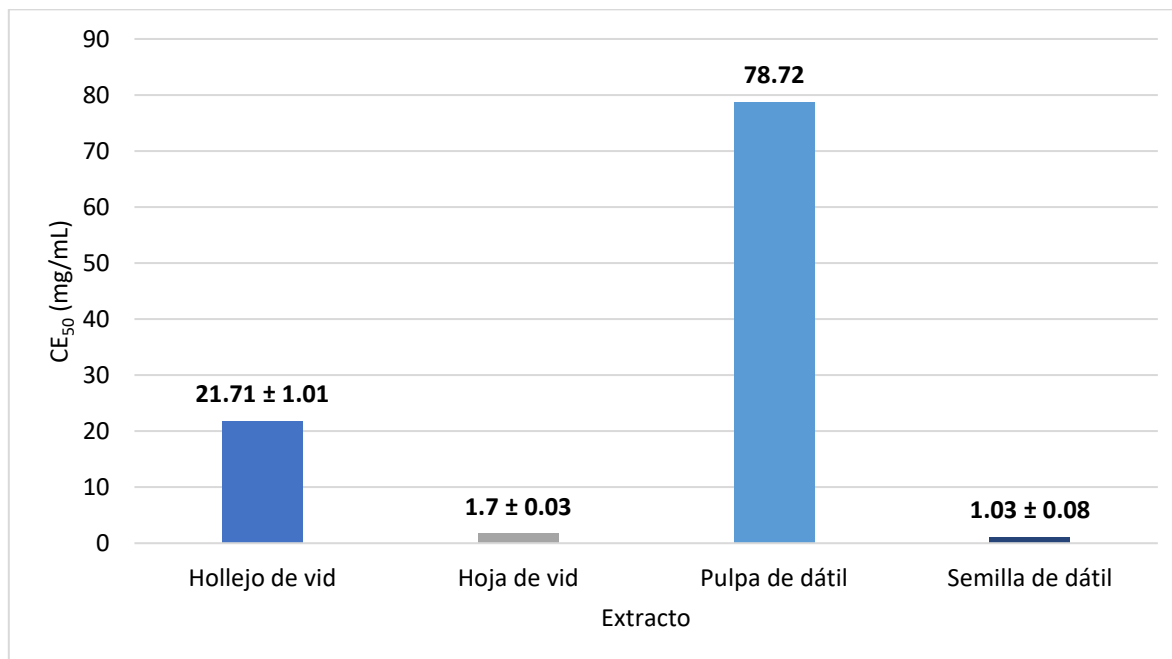
De igual manera se ha reportado una mejor actividad antioxidante de las semillas de dátil con respecto a los extractos de pulpa de dátil (Espiritu Bretado, 2020).



4.2.3. Reducción de catión radical ABTS (2, 2'-Azinobis-3-etil- benzotiazolina-6-acido sulfónico).

Complementario a la evaluación antioxidante, los resultados corresponden a los obtenidos anteriormente tanto en el contenido polifenólico y a la CE_{50} necesaria para la neutralización del radical DPPH; donde el extracto de semilla de dátil presentó una mejor actividad con respecto a los demás extractos evaluados, recordando que este fue el que presentó un mayor contenido polifenólico ($841.68 \pm 5.52 \mu\text{g EAG} / 100 \text{ g}$).

GRÁFICA 7. CONCENTRACIÓN EFECTIVA MEDIA EN ABTS.



Los resultados obtenidos para los extractos a partir del dátil, semilla y pulpa corresponden a lo reportado en la literatura (Espiritu Bretado, 2020).

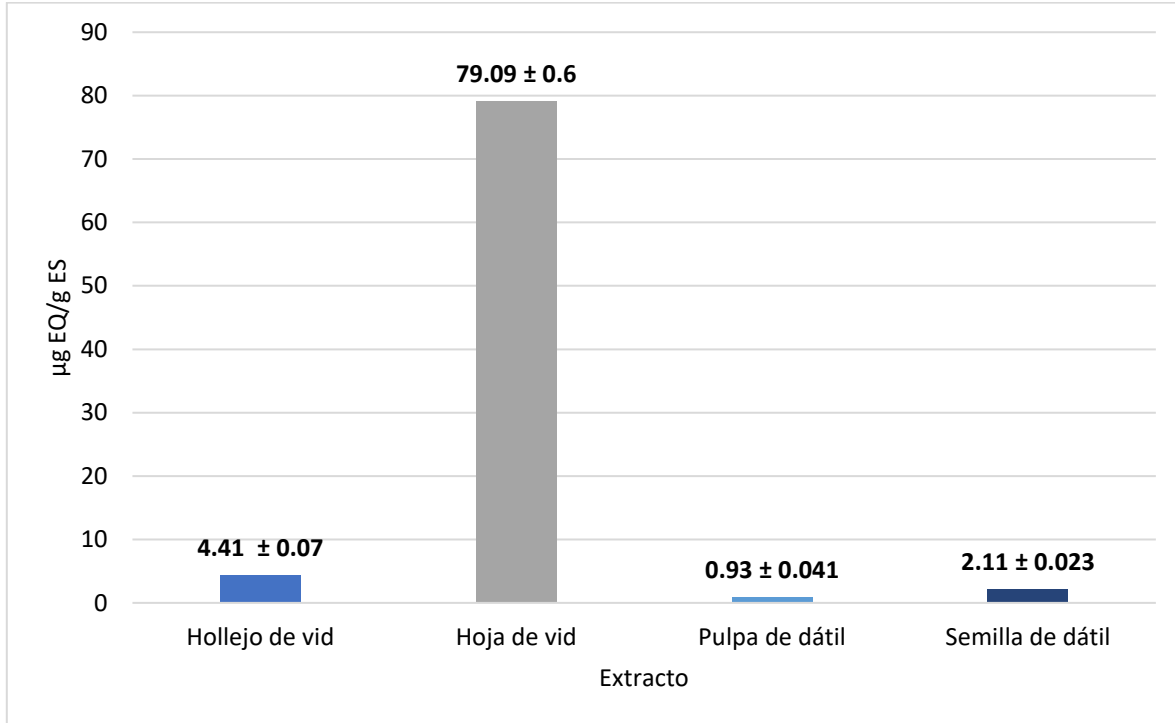
Durante la evaluación del extracto de Pulpa de dátil Medjool no se logró obtener el 50% de actividad antioxidante y con la ecuación de la recta $y=0.6975x - 4.9064$ con una $r^2=0.9912$ obtenida en un primer triplicado se estimó que la CE_{50} sería de 78.72 mg/mL siendo este un valor muy alto para lograr la capacidad antioxidante deseada.



4.2.4. Método colorimétrico de Tricloruro de Aluminio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los extractos.

GRÁFICA 8. CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES.



Los extractos partir de la vid, hoja y hollejo son los que presentaron un mayor contenido de flavonoides totales, con respecto a los extractos de dátil (pulpa y semilla).

Está documentado que los hollejos de la vid son ricos en flavonoides y son los responsables de la coloración de las bayas (Zamora Marín, 2013). En el extracto de pulpa de dátil se han identificado diferentes tipos de flavonoides que incluyen flavonas, flavanonas y flavanoles glucósidos, sin embargo, su concentración disminuye conforme aumenta el grado de maduración del fruto siendo el estadio Tamar el que presenta una menor concentración (De la Rosa-Alcaraz et al., 2017).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el extracto que presentó un mejor perfil antioxidante es el de semilla de dátil, sin embargo, los resultados con el extracto de hoja de vid son muy próximos. Este último aspecto es relevante ya que el extracto de hoja de vid al ser de un cultivo de tipo perenne se obtiene año con año en enormes cantidades, por lo que se vuelve una fuente sostenible de polifenoles.



4.3. Ensayo Bromatológico.

A continuación, se muestran los resultados del ensayo bromatológico para cada uno de los extractos evaluados.

TABLA 11. RESULTADOS ENSAYO BROMATOLÓGICO.

| Extracto vegetal | Hollejo de Vid | Hoja de Vid | Pulpa dátil Medjool | Semilla dátil Medjool |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Azúcares totales (mg/L) | 837.44 ± 24.72 mg/L | 284.06 ± 18.55 mg/L | 880.40 ± 15.46 mg/L | 780.69 ± 16.78 mg/L |
| Azúcares reductores (mg/L) | 826.62 ± 14.65 mg/L | 271.75 ± 11.27 mg/L | 302.16 ± 8.59 mg/L | 713.45 ± 12.71 mg/L |
| Nitrógeno | ND | ND | ND | ND |
| Grasas | 0.98% ± 0.24 | 11.85% ± 3.3 | 0.68% ± 0.08 | ND |
| Fibra cruda | 0.22% ± 0.15 | 2.86% ± 1.78 | 42.05% ± 1.92 | ND |
| Cenizas | 0.50% ± 0.05 | 2.3% ± 0.26 | 1.19% ± 0.004 | ND |
| Cationes identificados* | Hg, As, Sb, Fe, Ca | Sn, Sb, Fe, Al, Ba | Fe, Al, Ba, Ca, Na | Fe, Al, Ba, Ca, Na |

Para el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas es necesario el que los extractos sean ricos en compuestos como azúcares, nitrógeno y cenizas que representan los minerales de este debido a su participación como fuente de energía y como cofactores en las reacciones de metabolismo de la planta.

Los extractos que mostraron un mejor perfil nutricional fueron el extracto de pulpa de dátil y el extracto de hoja de vid al poseer un mayor contenido de los metabolitos primarios de interés, además los resultados cualitativos de cenizas confirman la presencia de macro y microelementos importantes para las plantas (véase en tabla 13).

Se demostró que los extractos que destacaron tanto en la prueba de azúcares como de cenizas fueron aquellos que mostraron un mejor desarrollo en las plántulas germinadas en las evaluaciones posteriores.

Los resultados obtenidos además presentaron concordancia con los ya reportados en la literatura.

Durante la cuantificación de proteínas totales por el método Kjeldahl Total, con el extracto de hoja de vid y semilla de dátil no se logró la digestión necesaria para la determinación y con el extracto de hollejo de vid y pulpa de dátil los valores de absorbancia no permitieron la cuantificación del contenido de nitrógeno en las muestras.



4.4. Caracterización cualitativa y cuantitativa de macro y microelementos y metabolitos secundarios.

4.4.1. Tamiz fitoquímico.

La determinación cualitativa de metabolitos secundarios nos permite identificar principios activos de interés que podría presentar un extracto vegetal. Cabe destacar que dichos productos naturales pueden o no estar presentes en la planta al momento de su extracción ya que factores bióticos y abióticos podrían afectar el metabolismo vegetal.

Se realizó la evaluación cualitativa de metabolitos secundarios en cada uno de los extractos s generados en anterioridad, y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 12. CARACTERIZACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS.

| Metabolito secundario | Método | Hollejo Vid | Hoja Vid | Pulpa Dátil | Semilla Dátil |
|-----------------------------|----------------------|---|----------------|-------------|---|
| Alcaloides | Dragendorff | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Wagner | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Taninos | Cloruro férrico | (-) | (+) | (-) | (+) |
| | Gelatina | (-) | (-) | (+) | (+) |
| Esteroides y triterpenoides | Lieberman – Burchard | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Flavonoides | Shinoda | (+) Auronas-Chalconas (+) Flavononas | (+) Flavononas | (-) | (+) Auronas-Chalconas (+) Flavononas |
| Carbohidratos | Benedict | (+++) | (-) | (+) | (-) |
| Saponinas | Espuma | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Glucósidos antraquinónicos | Borntrager | (-) | (-) | (-) | (+) |
| Cumarinas | Erlich | (+) | (-) | (-) | (-) |

En base a los requerimientos de las plantas de compuestos que apoyen el control y disminución de factores de estrés biótico y abiótico, se encontró la presencia de compuestos de tipo tanino y flavonoide en la mayoría de los extractos, siendo estos los principales participantes en el control de plagas y reacciones de oxido-reducción en momentos de estrés.

Los extractos evaluados no mostraron la presencia de alcaloides, saponinas, esteroides y triterpenos. El extracto de hoja de vid y el extracto de semilla de dátil, dieron positivo a la presencia de compuestos de tipo flavonoide y taninos, que es congruente con los resultados de los ensayos de contenido polifenólico.



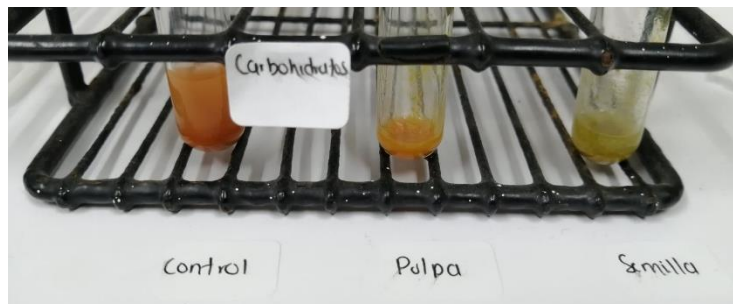


FIGURA. 21. ENSAYO CUALITATIVO CARBOHIDRATOS.



FIGURA. 22. ENSAYO CUALITATIVO ESTEROIDES Y TRIPERTENOIDES.



FIGURA. 23. ENSAYO CUALITATIVO DE TANINOS CON $FeCl_3$.



4.4.2. Determinación de macro y microelementos.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos, cabe recalcar que la evaluación de cada ion se realizó por triplicado.

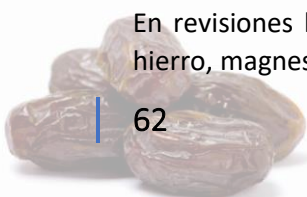
TABLA 13. RESULTADOS MARCHA DE CATIONES.

| Determinación de grupo | Catión evaluado | Hollejo de Vid | Hoja de Vid | Pulpa dátil | Semilla dátil |
|------------------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|---------------|
| GRUPO I. | Pb | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Hg | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Ag | (-) | (-) | (-) | (-) |
| GRUPO II. | Hg | (+) | (-) | (-) | (-) |
| | Pb | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Bi | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Cu | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Cd | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | As | (+) | (-) | (-) | (-) |
| | Sn | (-) | (+) | (-) | (-) |
| GRUPO III. | Sb | (+) | (+) | (-) | (-) |
| | Mn | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Fe | (+) | (+) | (+) | (+) |
| | Ni | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Co | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Al | (-) | (+) | (+) | (+) |
| | Cr | (-) | (-) | (-) | (-) |
| GRUPO IV. | Zn | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Ba | (-) | (+) | (+) | (-) |
| | Sr | (-) | (-) | (-) | (-) |
| GRUPO V. | Ca | (+) | (-) | (+) | (+) |
| | Mg | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | Na | (-) | (-) | (+) | (+) |
| | K | ND | ND | ND | ND |
| | NH ₄ | (-) | (-) | (-) | (-) |

Se determinó la presencia de cationes de interés agroquímico como el calcio, sodio y hierro en la mayoría de las muestras evaluadas. Además, se logró observar la presencia de otros elementos atípicos como mercurio, arsénico, estaño, antimonio, aluminio y bario en algunas de las muestras y que podrían ser catalogados como metales pesados. Es importante mencionar que estos elementos podrían ser trazas de metales captados por la planta por aguas de riego empleadas durante la siembra o contaminación de algún reactivo utilizado en estos experimentos.

La ausencia de algunos elementos ya identificados previamente es este tipo de extractos no significa que no existan en estas muestras, es necesario el apoyo de otras técnicas para su cuantificación.

En revisiones bibliográficas se ha encontrado que en la pulpa de dátil se ha identificado calcio, hierro, magnesio, zinc, sodio y potasio, entre otros (Phoenix, n.d.; Salomon Torres et al., 2017), de



los cuales el calcio, hierro y sodio fueron los que se lograron identificar durante esta marcha analítica. En la semilla de dátil se han identificado cationes como manganeso, cobre, hierro y zinc (Abdrabo et al., 2009) de los cuales el hierro fue el que se logró identificar. Definitivamente tiene que ampliarse este estudio analítico utilizando técnicas más contundentes para la identificación cualitativa y/o cuantificación de estos nutrientes inorgánicos.

Para los extractos provenientes de la vid, se ha reportado que el hollejo contiene cationes como el cobre, hierro, calcio y sodio (FEDNA, n.d.) , todos ellos identificados en estos ensayos. Para el caso de la hoja de vid no se encontró información en la literatura.



FIGURA. 24. PRECIPITACIÓN SUBGRUPO CATIONES AS, SN Y SB.

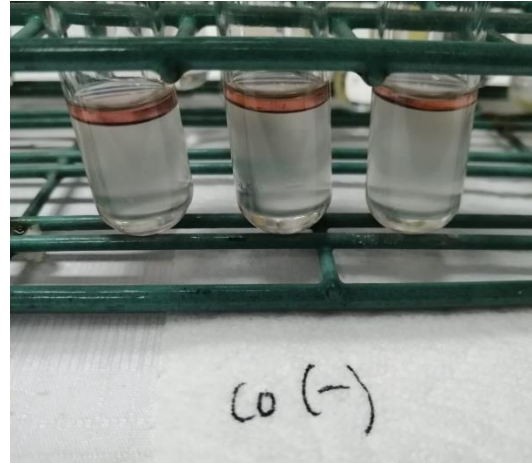


FIGURA. 25. DETERMINACIÓN DE COBALTO.



4.5. Actividad bioestimulante.

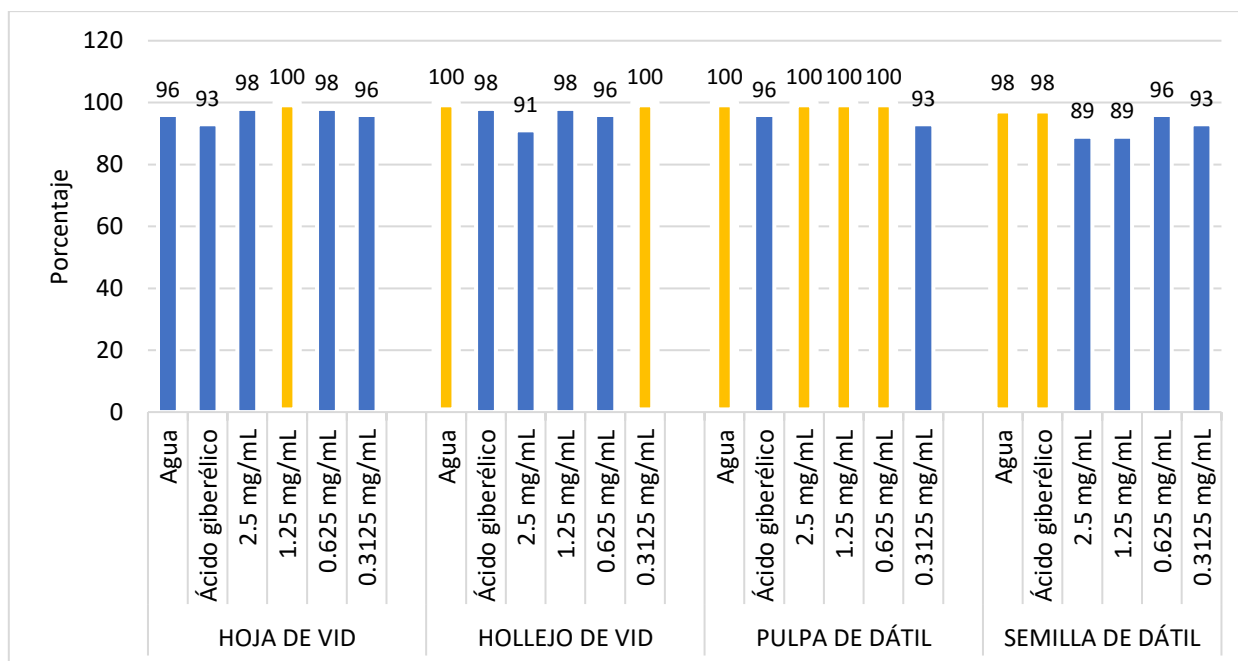
4.5.1. Evaluación de extractos vegetales como potencial bioestimulante en la germinación de semillas.

Los experimentos de germinación fueron realizados con semillas de *Cucumis sativus L* expuestas a extractos de vid (hollejo y hoja) y dátil (pulpa y semilla) a una concentración de 2.5 a 0.312 mg/mL. También se utilizaron agua y ácido giberélico como controles negativo y positivo respectivamente. Los resultados se discuten a continuación.

4.5.1.1. Porcentaje de germinación.

El porcentaje de germinación fue determinado utilizando 45 semillas de pepino, de las que se contabilizaron aquellas en donde la cubierta seminal se encontrase abierta por el surgimiento de la radícula principal. Los resultados se observan en la gráfica 9.

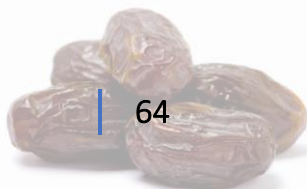
GRÁFICA 9. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.



Las semillas germinadas expuestas a las concentraciones de extracto de hoja de vid (1.25mg/mL), hollejo de vid (0.3125 mg/mL), pulpa de dátil (2.5 mg/mL, 1.25 mg/mL y 0.625 mg/mL) y los controles mostraron el 100% de germinación en su respectivo ensayo.

El extracto de pulpa de dátil mostró un mejor efecto en la mayoría de las concentraciones evaluadas, caso contrario al de semilla de dátil que no logró superar a los controles del experimento.

Para los extractos de vid, el de hoja logró una mejor respuesta en este experimento a concentraciones de 2.5 y 1.25 mg/mL, y con el de hollejo a dosis más bajas (0.3125 mg/mL).



4.5.1.2. Crecimiento de las plántulas.

Otra de las variables evaluadas fue al crecimiento de las plántulas determinando su peso a las 48, 96 y 144 horas. El peso inicial fue a tiempo cero y a partir de este se midieron las variaciones que determinaron el progreso del crecimiento. Los resultados pueden observarse en la tabla 14.

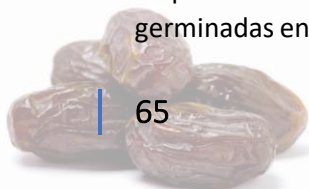
TABLA 14. CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS EN MG

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Peso inicial (mg) | Peso (mg) a las 48 h | Peso (mg) a las 96 h | Peso (mg) a las 144 h |
|---------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| HOJA DE VID | Agua | 31.12 ± 5.49 | 41.90 ± 6.47 | 80.00 ± 36.84 | 221.81 ± 105.95 |
| | Ácido giberélico | 30.20 ± 5.91 | 42.92 ± 8.62 | 75.05 ± 38.36 | 201.84 ± 125.60 |
| | 2.5 mg/mL | 31.30 ± 5.69 | 44.01 ± 8.38 | 86.00 ± 25.69 | 191.71 ± 71.33 |
| | 1.25 mg/mL | 30.41 ± 5.28 | 73.82 ± 7.81 | 82.14 ± 31.86 | 188.53 ± 82.29 |
| | 0.625 mg/mL | 28.79 ± 5.40 | 42.50 ± 8.39 | 85.37 ± 39.10 | 198.31 ± 98.41 |
| | 0.3125 mg/mL | 28.36 ± 6.50 | 42.89 ± 8.44 | 103.81 ± 44.35 | 224.33 ± 83.98 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 30.83 ± 5.45 | 39.28 ± 5.82 | 83.73 ± 25.85 | 199.72 ± 73.19 |
| | Ácido giberélico | 29.43 ± 6.02 | 38.73 ± 6.29 | 80.64 ± 30.32 | 179.78 ± 80.90 |
| | 2.5 mg/mL | 31.43 ± 6.41 | 40.21 ± 7.26 | 82.74 ± 33.47 | 183.10 ± 94.69 |
| | 1.25 mg/mL | 33.34 ± 5.70 | 41.82 ± 8.37 | 87.63 ± 32.75 | 197.59 ± 93.47 |
| | 0.625 mg/mL | 30.13 ± 5.69 | 39.38 ± 7.81 | 84.89 ± 32.02 | 196.60 ± 78.53 |
| | 0.3125 mg/mL | 33.54 ± 5.17 | 42.20 ± 6.70 | 80.46 ± 32.95 | 203.78 ± 86.40 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 31.11 ± 5.18 | 43.85 ± 8.33 | 106.49 ± 46.61 | 258.45 ± 105.96 |
| | Ácido giberélico | 29.96 ± 5.52 | 42.74 ± 7.46 | 94.28 ± 41.87 | 220.68 ± 125.42 |
| | 2.5 mg/mL | 30.81 ± 5.49 | 43.02 ± 7.79 | 101.00 ± 40.15 | 247.34 ± 102.01 |
| | 1.25 mg/mL | 30.96 ± 6.02 | 44.22 ± 8.77 | 118.52 ± 39.92 | 266.53 ± 105.70 |
| | 0.625 mg/mL | 29.47 ± 5.26 | 42.47 ± 6.52 | 114.33 ± 37.62 | 262.78 ± 76.08 |
| | 0.3125 mg/mL | 30.35 ± 4.85 | 42.35 ± 5.62 | 96.80 ± 35.11 | 247.92 ± 117.38 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 31.61 ± 6.31 | 43.31 ± 8.90 | 70.50 ± 24.12 | 224.00 ± 112.05 |
| | Ácido giberélico | 32.73 ± 4.91 | 43.86 ± 6.23 | 80.27 ± 27.79 | 236.90 ± 118.05 |
| | 2.5 mg/mL | 31.62 ± 5.45 | 40.87 ± 6.46 | 62.19 ± 21.30 | 168.94 ± 80.16 |
| | 1.25 mg/mL | 31.22 ± 5.58 | 41.55 ± 6.97 | 59.96 ± 17.38 | 183.86 ± 100.20 |
| | 0.625 mg/mL | 29.78 ± 5.28 | 40.96 ± 6.30 | 66.77 ± 21.11 | 207.52 ± 103.06 |
| | 0.3125 mg/mL | 28.58 ± 5.47 | 41.03 ± 8.02 | 67.93 ± 30.25 | 183.45 ± 123.72 |

Es importante mencionar que un mayor porcentaje de crecimiento indica que se han generado nuevas partes de la plántula, tanto radicular como aérea.

En los resultados se observa que a las 48 y 96 h no hubo un cambio significativo en el peso de las plántulas germinadas con las soluciones control y los extractos, sin embargo, a las 144 h ya se presenta un efecto sustancial en su desarrollo.

Lo extractos de hoja y hollejo de vid con las concentraciones de 0.3125 mg/mL y 0.625 mg/mL respectivamente, fueron las que presentaron un mejor crecimiento con respecto a los controles. Las germinadas en concentraciones más elevadas no lograron superar la respuesta con ácido giberélico.



Por otro parte, los extractos de pulpa de dátil a excepción de la concentración de 2.5 mg/mL, tuvieron una mejor respuesta en la estimulación, siendo la concentración de 1.25 mg/mL la más alta con un peso de la plántula de 266.53 ± 105.70 mg.

Con el extracto de semilla de dátil, ninguna de las concentraciones empleadas logró superar a las soluciones control.

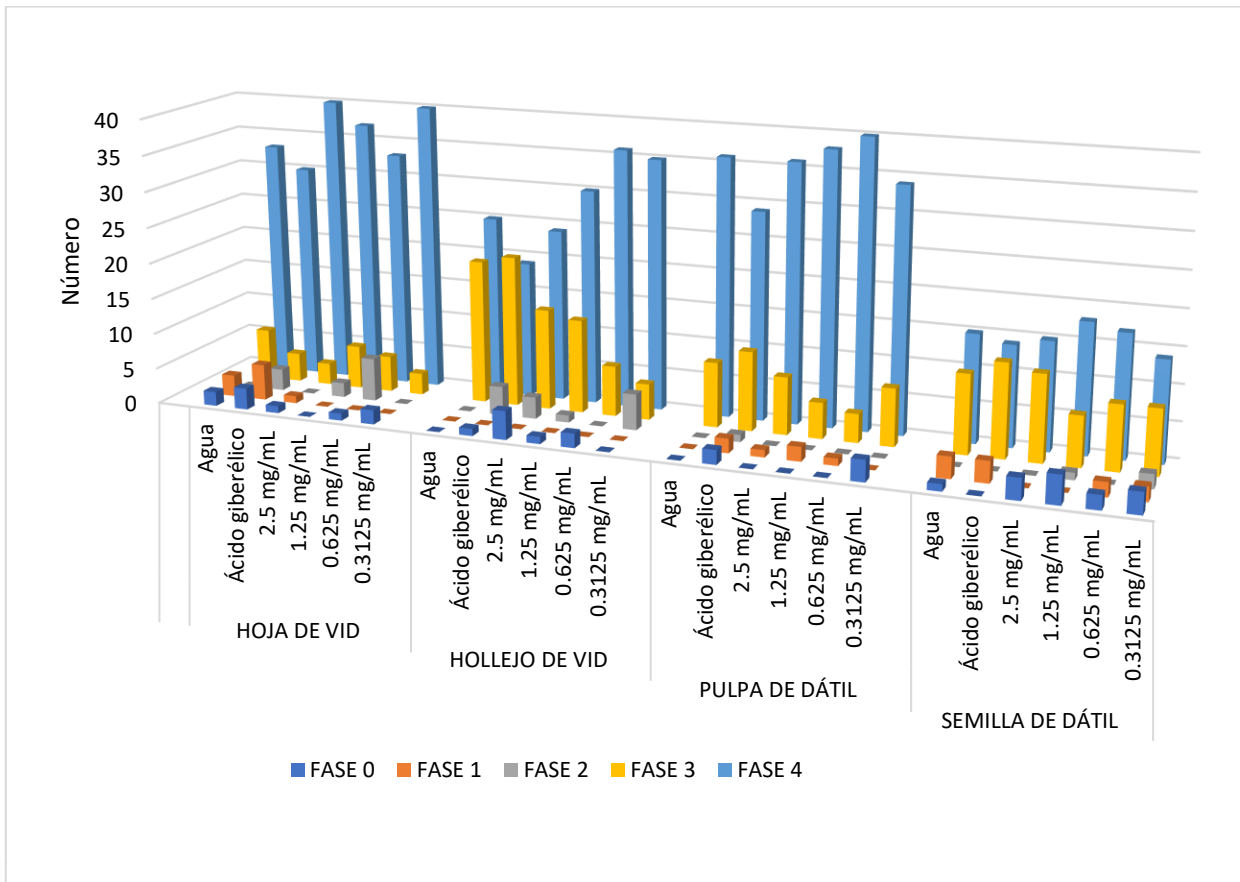
4.5.1.3. Fases de crecimiento de las plántulas.

Para determinar el desarrollo de las plántulas, también se establecieron sus fases de crecimiento al termino de las 144 h que a continuación se describen:

- Fase 0. Semilla en imbibición.
- Fase 1. Semilla con cubierta seminal abierta.
- Fase 2. Radícula mayor de 1 cm.
- Fase 3. Crecimiento de hipocótilo.
- Fase 4. Cotiledón fuera de cubierta seminal.

Los resultados obtenidos pueden observarse en la gráfica 10.

GRÁFICA 10. FASES DE CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS A LAS 144 H.



Al término del experimento lo ideal es que las plántulas se encuentren en la fase 4 con el cotiledón liberado. Este resultado fue observado en las evaluaciones con los extractos de hoja de vid y pulpa de dátil, donde la mayoría de ellas se encontraba ya en dicha fase.

Con el extracto de hollejo de vid, se observó un mejor desarrollo al disminuir la concentración de los extractos. Sin embargo, con los 4 extractos el de semilla de dátil se tuvo una menor germinación y un bajo desarrollo de la plántula.

4.5.1.4. Desarrollo radicular.

De las primeras estructuras que desarrolla la planta al inicio de la germinación es la raíz principal, la cual se encargará de absorber los nutrientes necesarios para que la plántula continúe su desarrollo.

Para este estudio, de cada plántula se evaluaron diferentes parámetros del crecimiento radicular, y que pueden identificar en la tabla 16.

TABLA 15. DESARROLLO RADICULAR.

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Tamaño radícula principal (mm) | Tamaño radícula secundaria más larga (mm) | Velocidad de elongación radicular (mm/día) |
|---------------------|---------------------------|--------------------------------|---|--|
| HOJA DE VID | Agua | 30.34 ± 12.74 | 14.62 ± 2.5 | 5.06 ± 3.26 |
| | Ácido giberélico | 32.11 ± 17.92 | 11.82 ± 6.36 | 5.35 ± 4.37 |
| | 2.5 mg/mL | 49.62 ± 8.25 | 16.29 ± 6.52 | 8.27 ± 4.11 |
| | 1.25 mg/mL | 39.47 ± 5.35 | 17.58 ± 3.05 | 6.58 ± 4.28 |
| | 0.625 mg/mL | 37.82 ± 5.04 | 18.02 ± 2.00 | 6.30 ± 4.74 |
| | 0.3125 mg/mL | 42.58 ± 0.99 | 24.11 ± 1.87 | 7.10 ± 3.69 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 38.71 ± 9.13 | 18.96 ± 2.29 | 6.45 ± 2.69 |
| | Ácido giberélico | 33.82 ± 8.59 | 13.47 ± 2.77 | 5.64 ± 3.25 |
| | 2.5 mg/mL | 33.98 ± 4.05 | 16.36 ± 1.37 | 5.66 ± 3.45 |
| | 1.25 mg/mL | 41.93 ± 5.69 | 16.36 ± 3.50 | 6.99 ± 3.30 |
| | 0.625 mg/mL | 42.80 ± 4.84 | 19.16 ± 5.45 | 7.13 ± 3.54 |
| | 0.3125 mg/mL | 40.24 ± 4.24 | 16.89 ± 1.94 | 6.71 ± 3.69 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 33.76 ± 1.17 | 20.44 ± 4.42 | 5.63 ± 2.66 |
| | Ácido giberélico | 32.87 ± 6.84 | 13.87 ± 4.97 | 5.48 ± 3.94 |
| | 2.5 mg/mL | 41.44 ± 5.20 | 21.16 ± 8.03 | 6.91 ± 3.69 |
| | 1.25 mg/mL | 39.80 ± 6.88 | 22.24 ± 8.90 | 6.63 ± 3.45 |
| | 0.625 mg/mL | 51.76 ± 5.60 | 23.67 ± 3.52 | 8.63 ± 4.08 |
| | 0.3125 mg/mL | 43.18 ± 9.81 | 17.42 ± 3.97 | 7.20 ± 3.94 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 32.51 ± 10.91 | 13.31 ± 4.01 | 5.42 ± 3.66 |
| | Ácido giberélico | 37.54 ± 10.88 | 12.18 ± 4.72 | 6.26 ± 3.78 |
| | 2.5 mg/mL | 25.80 ± 4.59 | 5.56 ± 2.77 | 4.30 ± 2.49 |
| | 1.25 mg/mL | 26.13 ± 2.87 | 6.33 ± 0.37 | 4.36 ± 2.96 |
| | 0.625 mg/mL | 31.91 ± 1.30 | 9.58 ± 1.23 | 5.32 ± 3.13 |
| | 0.3125 mg/mL | 27.20 ± 3.00 | 9.22 ± 2.85 | 4.53 ± 3.00 |



Las plántulas expuestas con los extractos de pulpa de dátil, hoja y hollejo de vid presentaron 10 mm más en la longitud de la radícula principal que las evaluadas con las soluciones control. En cambio, el de semilla de dátil no logró superar la respuesta de los controles, donde se observó que al disminuir la concentración de este extracto aumentó la longitud radicular tanto de la raíz principal como de las raíces secundarias. Este resultado sugiere que los componentes de la semilla de dátil pueden presentar un efecto inhibitorio.

El desarrollo de raíces secundarias se favoreció en las plántulas expuestas al extracto de pulpa de dátil, con longitudes superiores a los 20 mm a excepción de la concentración de 0.3125 mg/mL.



FIGURA. 27. DESARROLLO RADICULAR EXTRACTO DE PULPA DE DÁTIL A 2.5MG/ML.



FIGURA. 26. DESARROLLO RADICULAR EXTRACTO DE PULPA DE DÁTIL A 0.312 MG/ML.



FIGURA. 28. DESARROLLO RADICULAR EXTRACTO DE SEMILLA DE DÁTIL A 2.5MG/ML.



4.5.1.5. Desarrollo parte aérea.

Otra estructura importante dentro del desarrollo germinativo es la parte aérea de la plántula. En este experimento se realizó la medición del tamaño del hipocótilo y el desarrollo de cotiledón. Los resultados se presentan en la tabla 17.

TABLA 16. DESARROLLO DE PARTE AÉREA.

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Tamaño hipocótilo (mm) | Tamaño cotiledón (mm) |
|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| HOJA DE VID | Agua | 10.18 ± 1.58 | 10.80 ± 2.44 |
| | Ácido giberélico | 9.60 ± 3.96 | 9.13 ± 4.48 |
| | 2.5 mg/mL | 9.47 ± 2.05 | 11.16 ± 1.30 |
| | 1.25 mg/mL | 9.62 ± 0.80 | 11.13 ± 1.38 |
| | 0.625 mg/mL | 9.38 ± 4.14 | 10.36 ± 1.90 |
| | 0.3125 mg/mL | 11.20 ± 0.60 | 12.67 ± 0.55 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 12.27 ± 1.65 | 12.93 ± 0.69 |
| | Ácido giberélico | 10.82 ± 1.94 | 10.04 ± 2.93 |
| | 2.5 mg/mL | 9.98 ± 1.08 | 10.38 ± 0.97 |
| | 1.25 mg/mL | 10.71 ± 0.63 | 10.56 ± 1.61 |
| | 0.625 mg/mL | 11.09 ± 1.19 | 11.53 ± 2.51 |
| | 0.3125 mg/mL | 10.98 ± 1.20 | 10.82 ± 0.90 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 11.42 ± 1.28 | 13.33 ± 1.39 |
| | Ácido giberélico | 10.29 ± 2.80 | 9.84 ± 1.97 |
| | 2.5 mg/mL | 10.61 ± 2.96 | 12.40 ± 2.60 |
| | 1.25 mg/mL | 11.44 ± 1.81 | 13.04 ± 0.83 |
| | 0.625 mg/mL | 10.84 ± 1.56 | 12.58 ± 0.91 |
| | 0.3125 mg/mL | 9.71 ± 1.67 | 11.62 ± 1.58 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 8.53 ± 1.85 | 10.36 ± 1.31 |
| | Ácido giberélico | 8.69 ± 2.07 | 10.00 ± 1.77 |
| | 2.5 mg/mL | 7.76 ± 1.80 | 9.31 ± 1.56 |
| | 1.25 mg/mL | 7.40 ± 0.23 | 8.78 ± 0.88 |
| | 0.625 mg/mL | 8.71 ± 0.67 | 9.18 ± 0.47 |
| | 0.3125 mg/mL | 7.58 ± 1.38 | 8.24 ± 1.95 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, el extracto de hoja de vid a una concentración 0.3125 mg/mL estimuló mejor el crecimiento del hipocótilo y cotiledón con respecto a las demás concentraciones y controles empleados. Los extractos de hollejo de vid, semilla y pulpa de dátil no superaron la respuesta de las soluciones control.



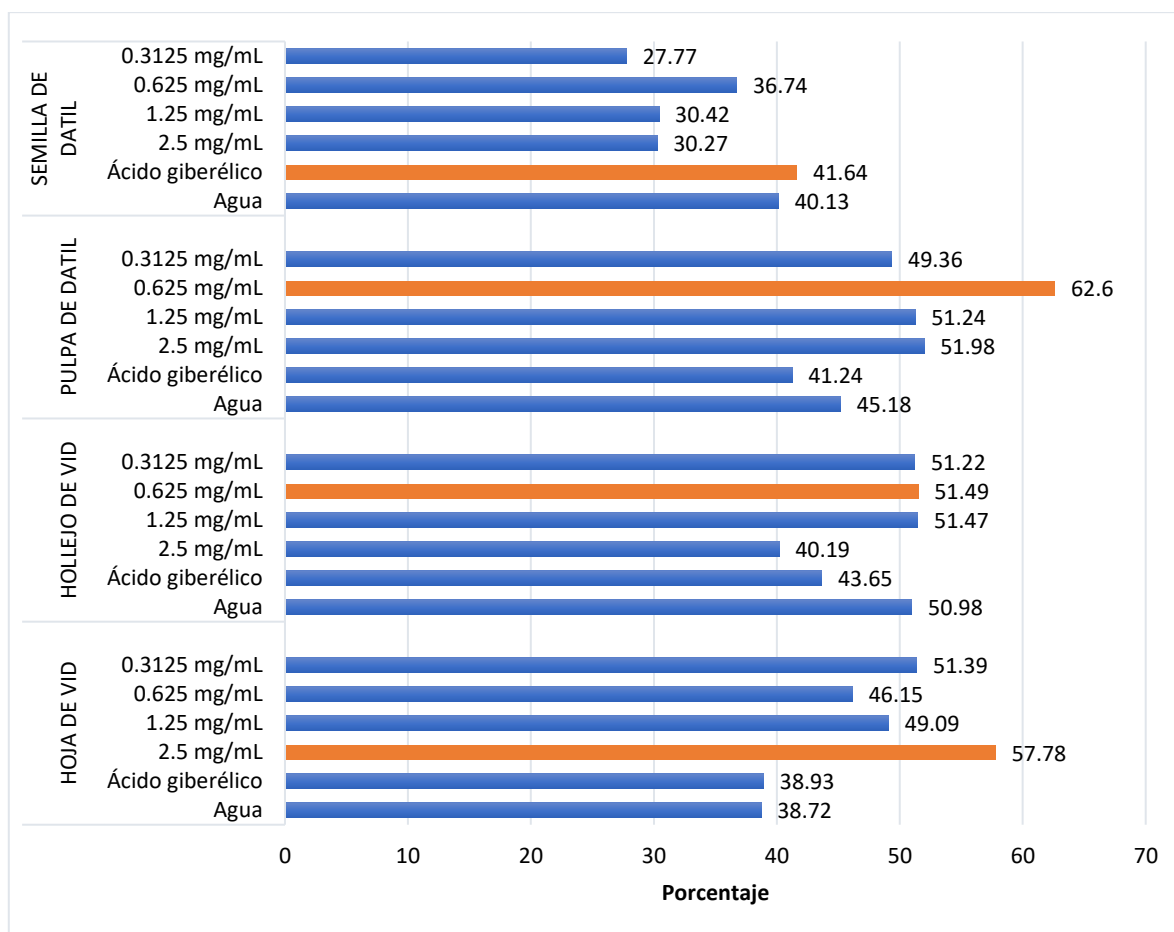
4.5.1.6. Índice de vigor y velocidad de elongación radicular.

Finalmente se evaluaron otros dos parámetros relacionados al crecimiento radicular de cada plántula, el índice de vigor (gráfica 11) y la velocidad de elongación radicular.

De acuerdo con los resultados, las plántulas con mayor índice de vigor son las que presentaron mayor crecimiento de la radícula principal, y el extracto de mejor respuesta con más del 60 % en este parámetro fue el de dátil a una concentración de 0.625 mg/mL.

Por otra parte, los extractos de semilla de dátil fueron los que tuvieron un menor efecto en el índice de vigor apenas superando el 30% para la mayoría de sus concentraciones.

GRÁFICA 11. ÍNDICE DE VIGOR.



En relación con la velocidad de elongación radicular (Tabla 17), los resultados fueron proporcional al índice de vigor, en donde el extracto de pulpa de dátil a 0.625 mg/mL presentó una mayor velocidad de 8.63 mm/día \pm 4.08.

Todos los extractos evaluados lograron superar los 6 mm/día de crecimiento radicular, a excepción del de semilla de dátil con un resultado de 4 a 5 mm/día, el cual no logro superar a los controles que presentaron una elongación radicular de 5 a 6 mm/día de crecimiento.



La mejor respuesta la presentaron los extractos de hoja de vid a 0.3125 mg/mL, el de hollejo de vid a 0.625 mg/mL, y el de pulpa de dátil a 0.625 mg/mL, siendo el primero el mejor extracto bioestimulante para el desarrollo y germinación de las plántulas.

A continuación, se presentan algunas imágenes de las semillas germinadas.

TABLA 17. PLÁNTULAS DEL ENSAYO DE GERMINACIÓN CON LOS EXTRACTOS Y CONTROLES.



FIGURA. 29. GERMINACIÓN CON ÁCIDO GIBERELICO.



FIGURA. 30. GERMINACIÓN CON AGUA.



FIGURA. 31. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOJA A 2.5 MG/ML.



FIGURA. 32. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOJA A 1.25 MG/ML.





FIGURA. 33. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOJA A 0.625 MG/ML.



FIGURA. 34. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOJA A 0.312 MG/ML.



FIGURA. 35. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOLLEJO A 2.5 MG/ML.



FIGURA. 36. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOLLEJO A 1.25 MG/ML.



FIGURA. 37. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOLLEJO A 0.625 MG/ML.



FIGURA. 38. GERMINACIÓN CON EXTRACTO HOLLEJO A 0.312 MG/ML.





FIGURA. 39. GERMINACIÓN CON EXTRACTO PULPA A 2.5 MG/ML.



FIGURA. 40. GERMINACIÓN CON EXTRACTO PULPA A 1.25 MG/ML.



FIGURA. 41. GERMINACIÓN CON EXTRACTO PULPA A 0.625 MG/ML.



FIGURA. 42. GERMINACIÓN CON EXTRACTO PULPA A 0.312 MG/ML.



FIGURA. 43. GERMINACIÓN CON EXTRACTO SEMILLA A 2.5 MG/ML.



FIGURA. 44. GERMINACIÓN CON EXTRACTO SEMILLA A 1.25 MG/ML.





FIGURA. 45. GERMINACIÓN CON EXTRACTO SEMILLA A 0.625 MG/ML.



FIGURA. 46. GERMINACIÓN CON EXTRACTO SEMILLA A 0.312 MG/ML.

En base a cada una de las mediciones y parámetros evaluados y con apoyo de la caracterización de los productos se determina que aquellos extractos que destacaron en la presencia de compuestos de tipo primario como lo son los azúcares, nitrógeno y minerales fueron los mismos que mostraron un mayor desarrollo de las plántulas germinadas principalmente el área radicular.

A pesar de que el extracto de hollejo presento un alto contenido de azúcares, el desarrollo de las plántulas fue ligeramente menor esto debido a su baja concentración de compuestos minerales en comparación a las demás muestras.

Además, el extracto de semilla de dátil se detecto la presencia de taninos y otros compuestos polifenolicos en alta concentración los cuales inhibieron el desarrollo de las plántulas e incluso la germinación de algunas semillas, lo que hace este extracto no apto para el desarrollo de plantas de interés agrícola, pero si una opción para el tratamiento y disminución en el crecimiento de malezas.



4.5.2. Determinación de la capacidad de generación de raíces adventicias.

En este experimento se emplearon las mismas concentraciones que en el ensayo de germinación de semillas utilizando solo los extractos de hollejo de vid y pulpa de dátil.

Una vez germinados los cotiledones bajo oscuridad, se extirparon y se coloraron en cajas Petri con soluciones conocidas de cada extracto y como control negativo se empleó agua. Transcurridos los ocho días del tratamiento se procedió a la medición de las variables expuestas en la tabla 20.

TABLA 18. RESULTADOS DE RAICES ADVENTICIAS DE EXTRACTO DE PULPA DE DÁTIL.

| | VARIACIÓN DE PESO (mg) | TAMAÑO RADÍCULA (mm) | # RADÍCULAS |
|--------------------|------------------------|----------------------|-------------|
| AGUA | 35.9 | 24.0 | 1.1 |
| 2.5 mg/mL | 25.2 | 15.3 | 0.9 |
| 1.25 mg/mL | 30.5 | 10.1 | 1.5 |
| 0.625 mg/mL | 26.9 | 16.9 | 0.9 |
| 0.312 mg/mL | 22.0 | 4.1 | 0.3 |

Los resultados preliminares indican que la concentración del extracto de pulpa de dátil a 1.25mg/mL presenta una mejor estimulación para el desarrollo de raíces adventicias con un valor promedio de 1.5 raíces por cotiledón, sin embargo, con 0.625 mg/mL de este extracto se obtuvieron raíces más largas. Las radículas con mayor elongación fueron las obtenidas con el control logrando un valor promedio en su tamaño de 24 mm. En todos los cotiledones se observó el desarrollo de callos que posteriormente dieron origen a las raíces adventicias.



FIGURA. 47. DESARROLLO DE RADÍCULAS ADVENTICIAS.



TABLA 19. RESULTADOS DE RAÍCES ADVENTICIAS DE EXTRACTO DE HOLLEJO DE VID.

| | VARIACIÓN DE PESO (mg) | TAMAÑO RADÍCULA (mm) | # RADÍCULAS |
|--------------------|------------------------|----------------------|-------------|
| AGUA | 24.8 | 2.0 | 0.1 |
| 2.5 mg/mL | 33.6 | 1.1 | 0.1 |
| 1.25 mg/mL | 27.6 | 2.8 | 0.2 |
| 0.625 mg/mL | 29.2 | 7.4 | 0.4 |
| 0.312 mg/mL | 26.6 | 1.0 | 0.3 |

En el experimento con hollejo de vid la mayoría de los cotiledones no generaron las raíces adventicias y el desarrollo de callos fue en menor cantidad comparados con el extracto de pulpa de dátil. El extracto de hollejo de vid de 0.625mg/mL fue el que mejor estimuló el desarrollo radicular en este experimento. Sin embargo, no logró superar lo observado con el de pulpa de dátil.



FIGURA. 48. DESARROLLO DE CALLOS CON EXTRACTO DE PULPA DE DÁTIL.



FIGURA. 49. FORMACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS A PARTIR DE CALLOS.

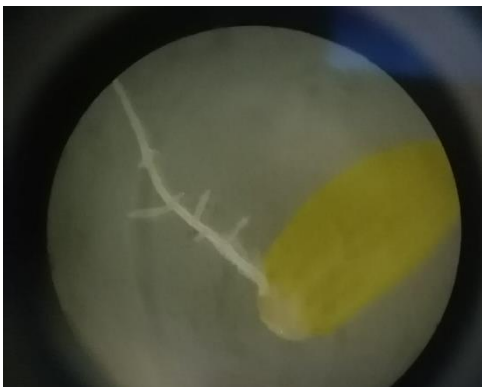


FIGURA. 50. RAÍCES ADVENTICIAS A PARTIR DE EXTRACTO DE HOLLEJO DE VID.



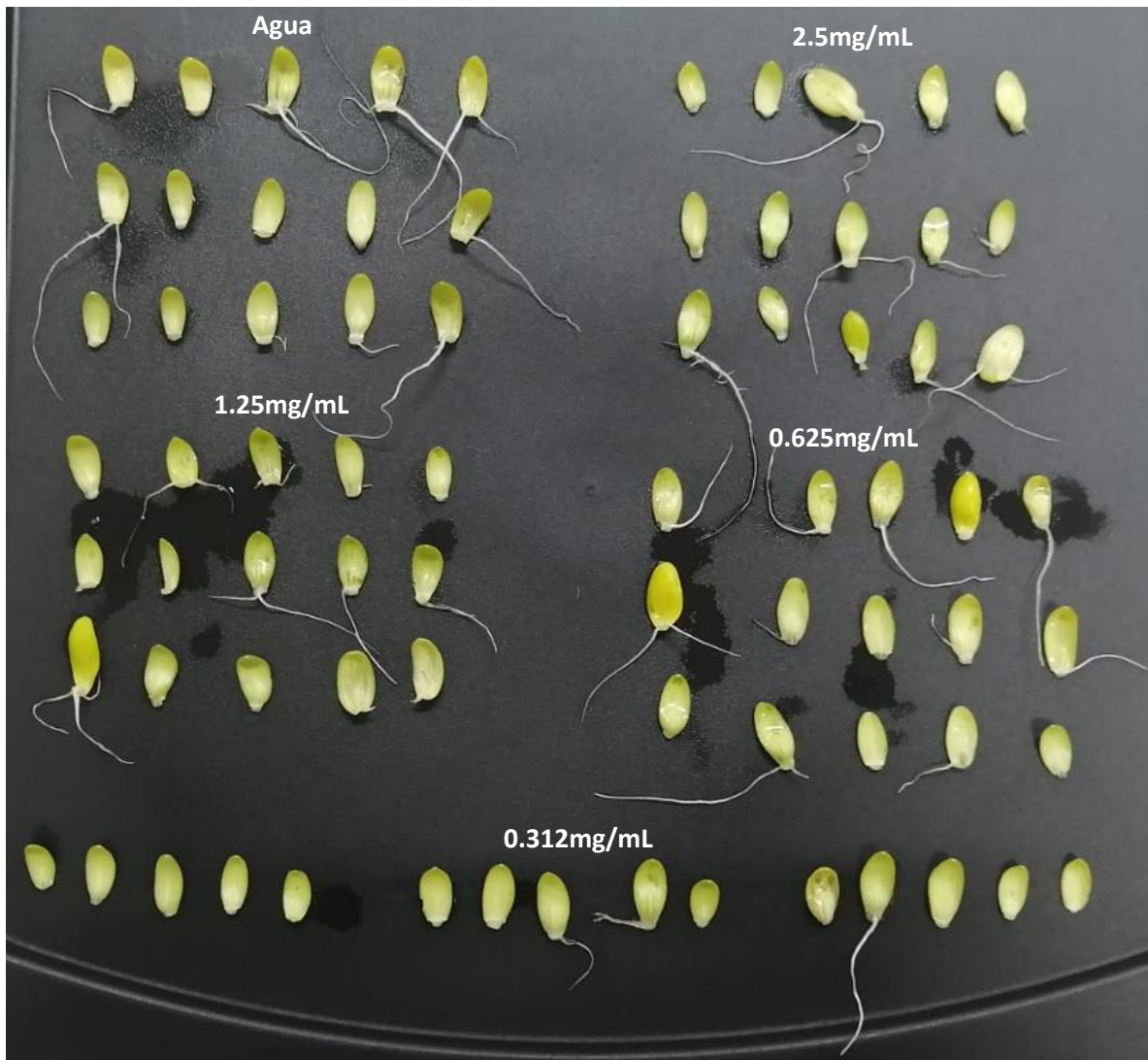


FIGURA. 51. RAÍCES ADVENTICIAS A PARTIR DE COTILEDONES CON EXTRACTO DE PULPA DE DÁTIL.

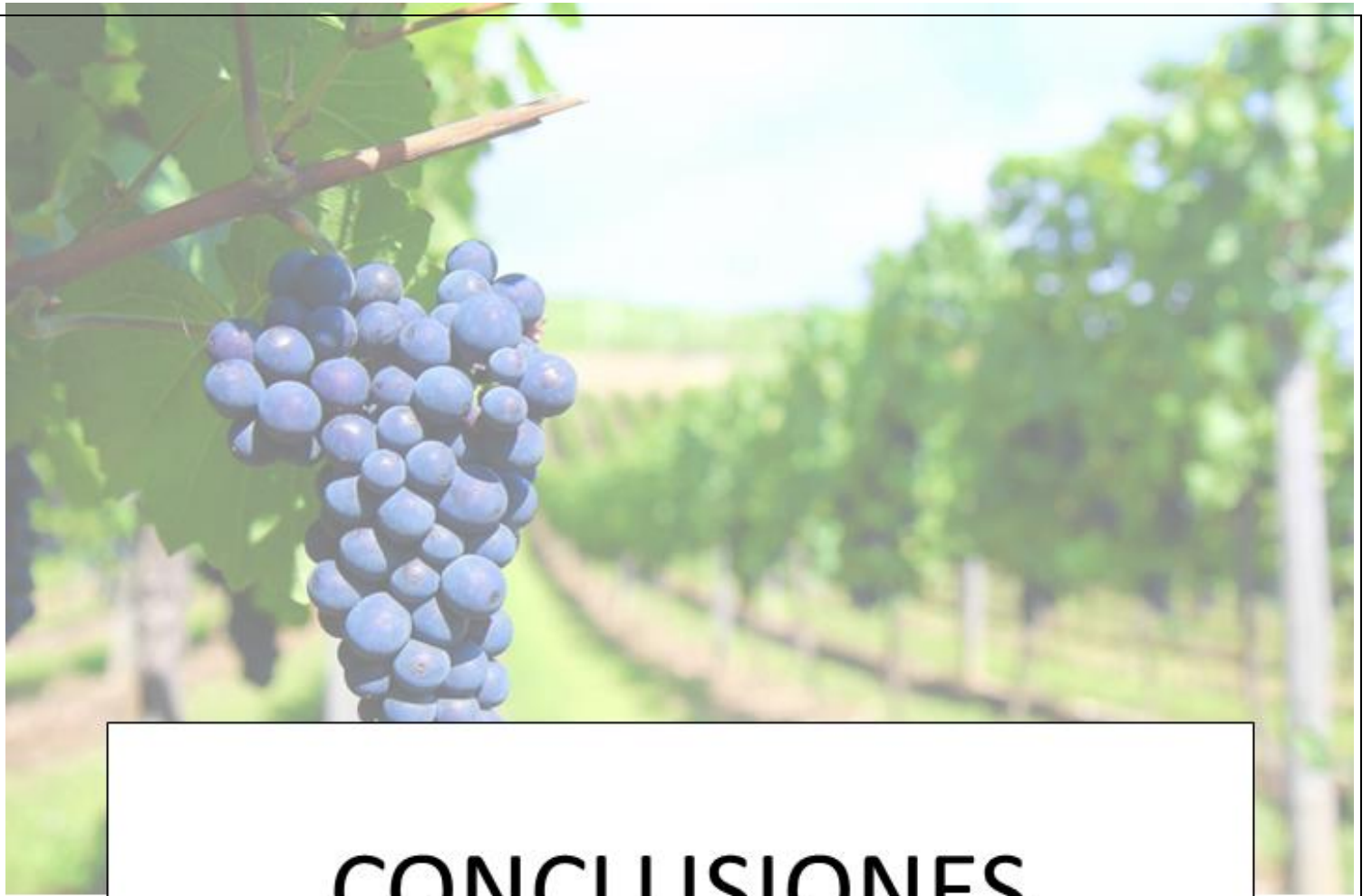
Con los resultados preliminares y los obtenidos en el experimento anterior se demuestra que el extracto de pulpa de dátil posee compuestos importantes de carácter primario y secundario que favorecen el desarrollo radicular de las plántulas y por ende plántulas mas grandes y resistentes en un menor tiempo de desarrollo.





FIGURA. 52. RAÍCES ADVENTICIAS A PARTIR DE COTILEDONES CON EXTRACTO DE HOLLEJO DE VID.





CONCLUSIONES



V. CONCLUSIONES

Se logró la obtención de cuatro extractos a partir de residuos vegetales provenientes de la **vid y dátil**, ambos productos de alto interés comercial en la región de Baja California.

En la evaluación del contenido polifenólico por el método de Folin-Ciocalteu, el **extracto de semilla de dátil** fue el de mayor concentración con $841.68 \pm 5.52 \mu\text{g}/100 \text{ g EAG}$ con respecto a los demás extractos evaluados.

El **extracto de semilla de dátil** fue el de mejor capacidad antioxidante por el método DPPH con una CE_{50} de $0.0399 \pm 0.007 \text{ mg/mL}$ y por el método ABTS una CE_{50} de $1.03 \pm 0.08 \text{ mg/mL}$.

En la cuantificación de flavonoides totales, el **extracto de hoja de vid** fue el que presentó un mayor contenido de estos con $79.09 \pm 0.6 \mu\text{g EQ/g ES}$.

Se identificaron compuestos de tipo tanino y flavonoide en la hoja de vid y semilla de dátil, carbohidratos en el hollejo de vid y pulpa de dátil, y glucósidos antraquinónicos en la semilla de dátil.

El **extracto de pulpa de dátil** presentó un mayor contenido de azúcares, fibra cruda y ceniza con respecto a los demás extractos, así como un menor contenido de grasas.

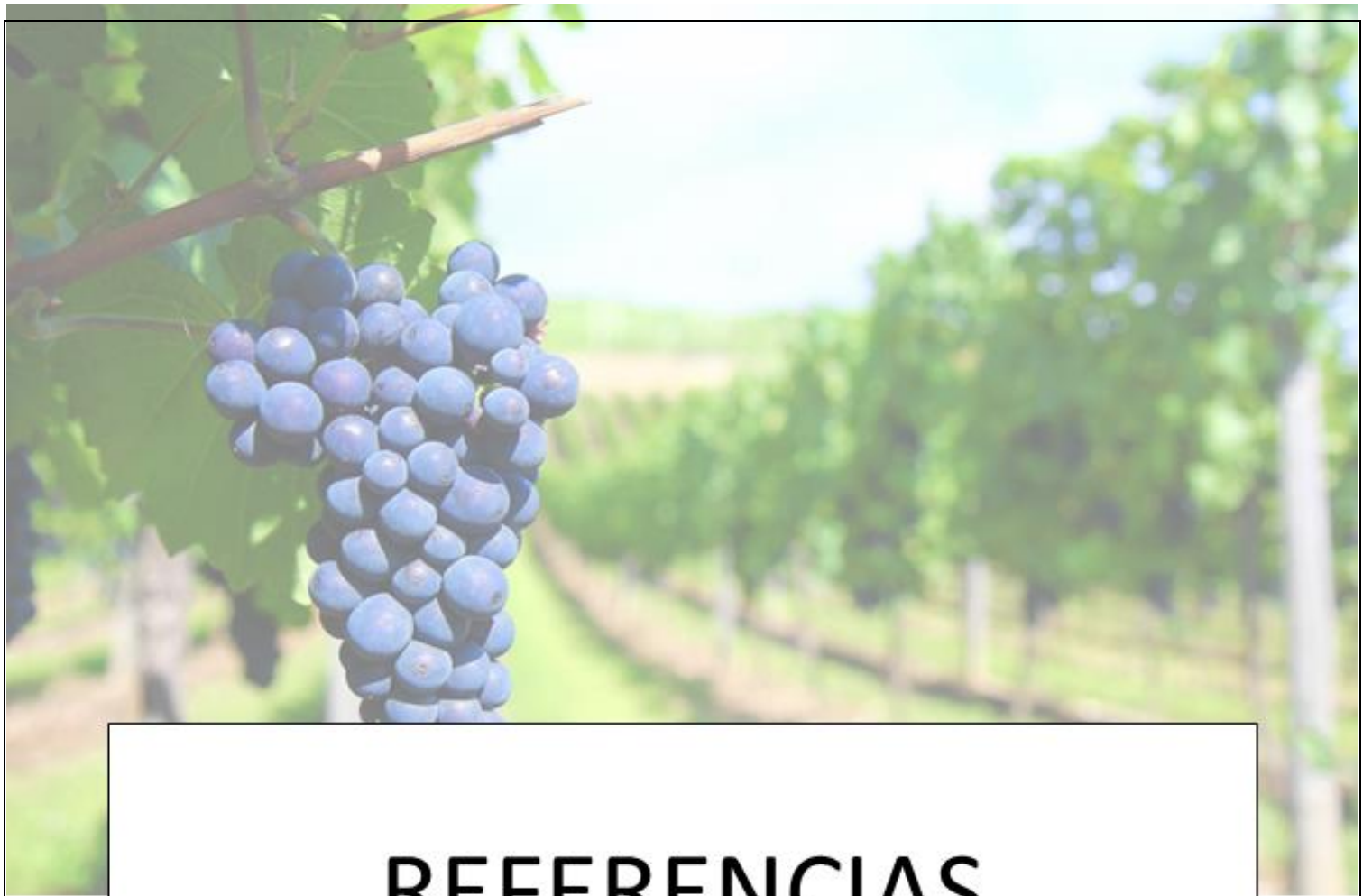
En la evaluación bioestimulante el **extracto de pulpa de dátil** mostró una respuesta en la germinación, con el 100% en la mayoría de las concentraciones evaluadas.

Las plántulas desarrolladas con el **extracto de pulpa de dátil** completaron la última fase de crecimiento y presentaron un mayor desarrollo radicular y de la parte aérea.

El **extracto de pulpa de dátil** presentó el mayor potencial de estimulación en el desarrollo de raíces adventicias a una concentración de 0.625 mg/mL .

El **extracto de pulpa de dátil** en base a los resultados de caracterización química y nutricional es el que presenta un mayor contenido de estos por ende mostró un mejor desarrollo bioestimulante en la germinación y desarrollo de plántulas de *Cucumis sativus L.*



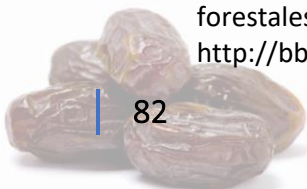


REFERENCIAS



VI. REFERENCIAS

- Abdrabo, S., Grindlay, G., Gras, L., & Mora, J. (2009). *El Dátil Como Fuente De Minerales: Nuevas Metodologías De Análisis*. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/13656/1/Poster dátil %5BModo de compatibilidad%5D.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/13656/1/Poster%20dátil%20modo%20de%20compatibilidad%20.pdf)
- Al-Shwyeh, H. A. (2019). Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Fruit as Potential Antioxidant and Antimicrobial Agents. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS>
- Angela Viviana Ruales Salcedo, A. F. R. G., & Alzate, C. A. (2017). Phenolic compound recovery from isabella grape's waste (Vitis labrusca). *Biocnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15, 72–79. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000400072&lang=es<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00072.pdf>
- Araya, Emanuel; Gómez, Luis; Hidalgo, Nancy; Valverde, R. (2000). Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación in vitro de (Alnus acuminata). *Agronomía Costarricense*, 24(1), 75–80.
- Ashraf, Z., & Hamidi-Esfahani, Z. (2011). Date and date processing: A review. *Food Reviews International*, 27(2), 101–133. <https://doi.org/10.1080/87559129.2010.535231>
- Avendaño Ruiz, B., & Varela Llamas, R. (2010). La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California. In *Estudios Fronterizos, nueva época* (Vol. 11).
- Banquez Sanmartin, M. F. (2017). *Caracterización fisicoquímica de residuos agrícolas de Baja California: podas de vid, cascara y torta de higuera*.
- Blando Briceño, L. F. (2019). *Determinación de parámetros para procesos poscosecha de dátil medjool*.
- Cai, L., Shi, F., & Gao, X. (2011). Preliminary phytochemical analysis of *Acanthopanax trifoliatum* (L.) Merr. 5(1097), 4059–4064.
- Cancino Opazo, L., Avendaño Ruiz, B., & Acosta Martínez, A. (2019). Sostenibilidad ambiental de la producción vitivinícola de Baja California. *Memorias Del Congreso Internacional Sobre La Gestión En Las Organizaciones*, 1–11.
- Castillo Exposito, E. I. (2021). *Evaluación de la producción de bioetanol a partir de residuos vinícolas producidos en Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.
- CEDRSSA. (2017). *La Vid en Mexico*.
- CEDRSSA. (2019). *Producción de granos básicos y suficiencia alimentaria 2019-2024*.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178–182. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
- Chávez Porras, Á., & Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales. *Revista Academia & Virtualidad*, 9(2), 90–107. <http://bbibliograficas.ucc.edu.co:2063/lib/ucoperativasp/detail.action?docID=11045964&p>



00=elias+castells

Consejo Mexicano Vitivinícola. (n.d.). *Consejo Mexicano Vitivinícola*. Retrieved April 24, 2023, from <https://uvayvino.org.mx/>

Cruz Farfud, Á. (2021). Las bondades de los datiles. *Revista Cultural Unilibre*, 1, 67–72. <https://doi.org/10.18041/1909-2288/revistacultural.1.2020.8430>

David Jazmín-Marín, M. I. I. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *ConCiencia Tecnológica*, ISSN-e 1405-5597, N^o. 58, 2019, Págs. 47-50, 58, 47–50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417>

Davies, R., Sacco, A. Di, & Newton, R. (2015). Germination testing: procedures and evaluation. *Millenium Seed Bank Partnership Kew*, October 2016, 4. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29338.85440>

De la Rosa-Alcaraz, M. de los Á., Torrescano Urrutia, G. R., Pérez Álvarez, J. Á., Fernández López, J., & Sánchez Escalante, A. (2017). Evaluación de fitoquímicos y actividad antioxidante de subproductos de dátil (*Phoenix dactylifera* L.) producidos en el estado de Sonora. *Biotecnia*, 19(3), 11–17. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v19i3.442>

DOF. (1978). NORMA Oficial Mexicana NOM-F-90-S-1978 Determinación de Fibra Cruda en Alimentos. In *Norma Oficial Mexicana*.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>

Durán, A. (2012). Marcha analítica o sistemática para la determinación de cationes y aniones METODO GENERAL PARA EL ANALISIS DE LAS SUSTANCIAS. *Química Analítica*, 1115–1138. <http://www.bdigital.unal.edu.co/35141/1/35385-139094-1-PB.pdf>

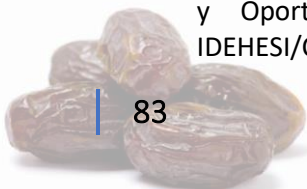
Eloy López- Medina; José Mostacero- León; Armando Efraín Gil- Rivero; Angélica López - Zavaleta; Anthony J. De La Cruz-Castillo. (2019). Efecto del ácido giberélico y del ácido indolacético en la micropropagación in vitro de *Solanum tuberosum* var . Maria Reiche Effect of gibberellic acid and indoleacetic acid on the in-vitro micropropagation of *Solanum tuberosum* var . Maria Reiche. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 39.

Espiritu Bretado, D. A. (2020). *Caracterización química, capacidad antioxidante, evaluación antibacteriana y perfil fenólico del dátil Medjool (Phoenix dactylifera L.) cultivado en Baja California*. 102. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/7810/1/TIJ134259.pdf>

FAO. (2014). *Evaluación Rápida BEFS Residuos Agrícolas y Residuos Ganaderos Manual de Usuario*.

FEDNA. (n.d.). *Hollejo o pulpa de uva* . Retrieved May 7, 2023, from http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/hollejo-o-pulpa-de-uva

Góngora Rosado, M. A. (2017). Baja California, México: Puerta norte del vino latinoamericano. Retos y Oportunidades socioambientales. *Estudios Sociales Contemporáneos*, 16(IMESC-IDEHESI/Conicet, Universidad Nacional De Cuyo), 109–131.



https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9615/06-resc-16-gongora.pdf

González, Y., López, A., & Potella, G. (2020). Use of potato peels (*Solanum tuberosum* L) in the clarification of the water of the Ciénaga de Malambo. *Revista Investigación e Innovación En Ingenierías*, 8(1), 100–111. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3572>

Guntero, V., Longo, M., Ciparicci, S., Martini, R., & Andreatta, A. (2015). Comparación de métodos de extracción de polifenoles a partir de residuos de la industria vitivinícola. *Asociación Argentina de Ingenieros Químicos*, 1, 1–9.

HACH COMPANY. (2000). Manual de analisis de agua. *Cell*, 3(970), 220. <https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639984469>

Hernández Amasifuen, A. D., Pineda Lázaro, A. J., Díaz Pillasca, H. B., Hernández Amasifuen, A. D., Pineda Lázaro, A. J., & Díaz Pillasca, H. B. (2019). Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annum* L. cv. 'Papri King.' *Bioteología Vegetal*, 19(3), 165–170. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472019000300165&lng=es&nrm=iso&tlng=es

INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Baja California 2017*.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (2022, November 14). *Dátil: El fruto del desierto | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias | Gobierno | gob.mx*. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/datil-el-fruto-del-desierto>

Lamiaceae, S., Barranco-florido, J. E., Rodríguez-navarro, S., & Romero-gomez, S. (2016). *Juvenomimetic and insecticidal activities of*. 99(3).

Laura Vasquez, Y. (2014). *Bioactividad tipo auxina y citoquinina de extractos de macroalgas sobre cotiledones de Cucumis sativus L*. 57.

López Franco, F. (2012). Los vitivinicultores de la región de Baja California: un acercamiento a su comportamiento informativo. *Biblioteca Universitaria*, 15(1), 49–61. <https://doi.org/0187-750X>

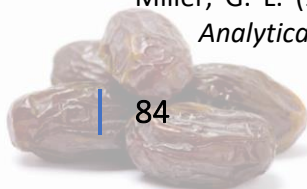
Mapa de la Ruta del Vino de Baja California. Valle de Guadalupe Ensenada. (n.d.). Retrieved April 24, 2023, from <https://www.ensenada-baja-vacations.com/mapa-de-la-ruta-del-vino-de-baja-california.html>

Marta, K. E., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología En Alimentos*, 25(4), 726–732. <https://doi.org/10.1007/s10877-009-9165-0>

Martínez, G., & López, F. (n.d.). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Retrieved April 28, 2019, from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia-Martínez-et-al.pdf?sequence=1>

Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillen, E., & Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27–41. www.ecorfan.org/spain

Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426–428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>



- Montañez, L. J. B. (2019). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. *Revista de Investigación*, 13(1), 57–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.29097/23461098.308>
- Navarro Castro, B. M., Rodríguez Díaz, L. A., Zarate Romero, G., Zarate Landazuri, J. J., Escobaza García, L. F., Ortega Galicia, J. E., Galicia Flores, R., Buenrostro Medina, R., Gutierrez Castro, R., Medina Navarro, M., Montoya Angulo, H., Zavala Rodríguez, J. L., Buenrostro Medina, L., Verdusco Pelayo, C., Niebla Gonzalez, F., & Cisneros Navarro, E. (2018). *Establecimiento de 12 hectareas de Palma Datilera*.
- Nemesio Laguna, E. R. (2017). *La rentabilidad empresarial y el valor agregado en la industria datilera mexicalense: caso rancho Vieyra*.
- Nielsen, S. S. (2017). *Total Carbohydrate by Phenol-Sulfuric Acid Method*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6_14
- Núñez, M. Q., & Aguilar, A. M. (2008). Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California, y Mexicali, Baja California. *Región y Sociedad*, 20(43), 3–24. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252008000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Núñez Pintado L. (2017). *Diseño e implementación de prototipos de digestión anaerobia para residuos agrícolas*. Universidad de Piura.
- Oliveros, L. B., Vicente, Á. B., Matallana, M. C., & Isasa, E. T. (2012). Valor nutritivo de la hoja de *Vitis vinifera* L. 83–88.
- Olvera Novoa, M. A., Martínez Palacios, C. A., & Real de León, E. (1993). Manual De Tecnicas Nutricion De Peces Y. *Documento Preparado Para El Proyecto GCP/RLA/102/ITA Apoyo a Las Actividades Regionales de Acuicultura Para América Latina y El Caribe (AQUILA II)*, 91. https://www.academia.edu/4351132/MANUAL_DE_TECNICAS_PARA_LABORATORIO_DE_NUTRICION_DE_PECES_Y_CRUSTACEOS_CONTENIDOPor
- Paucar Luna, J., Santiago Vidal, K., Malaca Valencia, A. R., Valladares Reyes Inca, A. A., & Andia Valencia, W. (2023). Homologación de una bodega de pisco artesanal (destilado de uva) para la obtención de la certificación: “denominación de origen.” *International Journal of Professional Business Review*, 8(2), 1–17.
- Perez-Meseguer, J., Delgado-Montemayor, C., Ortiz-Torres, T., Salazar-Aranda, R., Cordero-Perez, P., & de Torres, N. W. (2016). Antioxidant and hepatoprotective activity of *Hamelia patens* extracts. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(1 Suppl), 343–348. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27005511/>
- Phoenix, L. (n.d.). *Dátil Date*. 295–296.
- Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K., & Harleen, K. (2011). Phytochemical screening and Extraction: A Review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 1(1), 98–106. <https://doi.org/10.1002/hep.29375>
- Ramírez, A. P., Giraldo, S., Flórez, E., & Acelas, N. (2012). Preparación de carbón activado a partir de residuos de palma de aceite y su aplicación para la remoción de colorantes Preparation of activated carbon from palm oil wastes and their application for methylene blue removal



Abstract Preparação de carvão ativa. *Afinidad*, 559(1), 203–210.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042017000100033&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Ramirez, S. R., Sánchez-Lucio, R., Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., Cruz-Cárdenas, C. I., & Valdivia-Bernal, R. (2021). Germinación y vigor de semillas de especies hortícolas inoculadas con biofertilizantes y soluciones salinas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7), 1199–1208. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V12I7.2539>

Ramona Ávila Núñez, Bernarda Rivas Pérez, R. H. M. y M. C. (2012). Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en Agave cocui Trelease. *Multiciencias*, 12(2), 129–135. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90424216002.pdf>

Re Roberta, Pellegrini Nicoletta, Proteggente Anna, Pannala Ananth, Yang Min, R.-E. C. (1999). Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231–1237.

Representación Agricultura Baja California. (2021, December 28). *Obtuvieron productores del Valle de Mexicali 8 mil 179 toneladas de dátil en el 2021 | Representación AGRICULTURA Baja California | Gobierno | gob.mx*. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cbajacalifornia/es/articulos/obtuvieron-productores-del-valle-de-mexicali-8-mil-179-toneladas-de-datil-en-el-2021>

Representación Agricultura Baja California. (2022, September 13). *Inició la cosecha del dátil en Baja California*. <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/inicio-la-cosecha-del-datil-en-baja-california?idiom=es>

Rolando, A., Muñoz, B., Del, M., & Sánchez, V. (2016). Productividad en la industria de la uva y la eficiencia de los recursos disponibles en el valle de Guadalupe, Baja California, México. *Semestre Económico*, 05(2), 5–27.

Ruiz Carvajal, J. S. (2022a). La Viticultura de Baja California. In *INTAGRI* (Vol. 84).

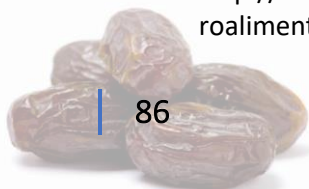
Ruiz Carvajal, J. S. (2022b). Las principales zonas vinícolas del mundo. *Instituto Para La Innovación Tecnológica En Agricultura*, 96, 6. <https://www.francoespanolas.com/blog/zonas-vinícolas-mundo/>

Ruiz Carvajal, J. S. (2022c). Pérdidas de rendimiento y calidad de uva en vid para vinos. In *Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura* (Vol. 95).

SADER. (2022). *Dátiles, dulce sabor del Oriente*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/datiles-dulce-sabor-del-oriente>

SADER de Baja California, R. E. (2022). *Generaron productores de vid de Baja California derrama económica superior a los \$595 MDP*. <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/generaron-productores-de-vid-de-baja-california-derrama-economica-superior-a-los-595-mdp?idiom=es>

SAGARPA. (2015). *Plan de manejo de residuos generados en actividades agrícolas primera etapa: Diagnóstico nacional*. http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2015/Productividad_y_competitividad_agroalimentaria/Programa_regional_de_desarrollo_previsto_en_el_PND/36



incentivos/211PP064 NUEVA AMERICA S.P.R. DE R.L/5. PROYECTO/Manejo de residuos Detallado.pdf

SAGARPA. (2017). UVA Mexicana. Planeación agrícola nacional. 2017-2030. *Planeación Agrícola Nacional. 2017-2030*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257085/Potencial-Uva.pdf>

Salazar-Aranda, R., Granados-Guzmán, G., Pérez-Meseguer, J., González, G. M., & De Torres, N. W. (2015). Activity of polyphenolic compounds against candida glabrata. *Molecules*, 20(10), 17903–17912. <https://doi.org/10.3390/molecules201017903>

Salomón-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., & Villa-Angulo, R. (2017). La producción de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en México. *Nueva Epoca*, 16(91), 15–20.

Salomon Torres, R., Ortiz Uribe, N., & Villa Angulo, C. (2017). Composición Nutricional y Funcional del Dátil (*Phoenix Dactylifera* L.) Variedad Medjool. *Revista Universitaria Nueva Epoca*, 92, 14–20.

SIAP. (2020). Panorama Agroalimentario. *Artículo de Revista*, 148, 148–162. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>

Sonesson, J. G. C. U. (2012). *Perdidas y desperdicio de alimentos en el mundo*.

Soto, R., López, Á., García, R., Escoboza, L., Avilés, S., & Roman, J. (2013). Diagnóstico agrícola en Baja California y propuestas de adaptación ante el cambio climático. In *Baja California ante el embate del cambio climático* (Issue January, pp. 233–250). https://www.researchgate.net/publication/236222020_Diagnostico_agricola_en_Baja_California_y_propuestas_de_adaptacion_ante_el_cambio_climatico

Tamayo Gutiérrez, E., Sarasty Miranda, O., & Mosquera Quelal, E. (2017). Aprovechamiento De Residuos Ligno-Celulósicos En La Elaboración De Empaques Secundarios Ecológicos. *Industrial Data*, 20(2), 37. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13959>

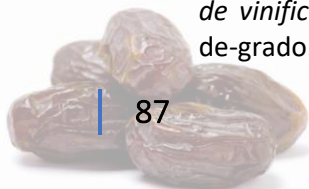
USDA. (n.d.-a). *Clasificación del Reino Plantae hasta la especie Vitis vinifera* L. Retrieved April 24, 2023, from <https://plants.usda.gov/home/classification/87548>

USDA. (n.d.-b). *Classification for Kingdom Plantae Down to Genus Phoenix* L. Retrieved April 21, 2023, from <https://plants.usda.gov/home/classification/16655>

Valdez-Vazquez, I., Acevedo-Benítez, J. A., & Hernández-Santiago, C. (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(7), 2147–2153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.034>

Vazquez Elorza, A., Borrego Perez, N. C., Herrera Garcia, A. F., & Sanchez Osorio, E. (2022). La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos económicos, ambientales y sociales. In *La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos económicos, ambientales y sociales* (Primera ed). <https://uvayvino.org.mx/wp-content/uploads/2022/08/industria-vitivinicola-version-final-22-agosto-con-portada-y-prefacio.pdf>

Venanzi, L. (2014). *Estudio de métodos de extracción de compuestos fenólicos de orujos provenientes de vinificación de uvas cv Malbec*. http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6467/tesis-de-grado.-liliana-h.pdf



Vergara, C. B. (2016). *Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional*.

Zamora Marín, F. (2013). *La química del color del vino*. Acenologia. https://www.acenologia.com/quimica_color_vino_cienc1213/

Zona Turística. (n.d.). *Bodegas de Santo Tomás, lo mejor que hacer en Ensenada, Baja California* | ZonaTurística. Retrieved April 24, 2023, from <https://www.zonaturistica.com/que-hacer/baja-california/ensenada/bodegas-de-santo-tomas>





ANEXOS



VII. ANEXOS

7.1 RESULTADOS DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

TABLA 20. CONTENIDO POLIFENÓLICO.

| Extracto vegetal | Contenido polifenólico (μg EAG /100 g) |
|-----------------------|--|
| Hollejo de Vid | $46.13 \pm 1.6 \mu\text{g}$ EAG /100 g |
| Hoja de Vid | $471.88 \pm 15.54 \mu\text{g}$ EAG /100 g |
| Pulpa dátil Medjool | $56.38 \pm 0.824 \mu\text{g}$ EAG /100 g |
| Semilla dátil Medjool | $841.68 \pm 5.52 \mu\text{g}$ EAG /100 g |

TABLA 21. CONCENTRACIÓN EFECTIVA MEDIA EN DPPH.

| Extracto vegetal | Concentración efectiva media (CE_{50} , mg/mL) |
|-----------------------|--|
| Hollejo de Vid | 2.28 ± 0.3 mg/mL |
| Hoja de Vid | 0.125 ± 0.018 mg/mL |
| Pulpa dátil Medjool | 4.38 ± 0.14 mg/mL |
| Semilla dátil Medjool | 0.0399 ± 0.007 mg/mL |

TABLA 22. CONCENTRACIÓN EFECTIVA MEDIA EN ABTS.

| Extracto vegetal | Concentración efectiva media (CE_{50} , mg/mL) |
|-----------------------|--|
| Hollejo de Vid | 21.71 ± 1.01 mg/mL |
| Hoja de Vid | 1.7 ± 0.03 mg/mL |
| Pulpa dátil Medjool | *78.72 mg/mL |
| Semilla dátil Medjool | 1.03 ± 0.08 mg/mL |



TABLA 23. CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES.

| Extracto vegetal | Contenido flavonoides totales ($\mu\text{g EQ/g ES}$) |
|-----------------------|---|
| Hollejo de Vid | $4.41 \pm 0.07 \mu\text{g EQ/g ES}$ |
| Hoja de Vid | $79.09 \pm 0.6 \mu\text{g EQ/g ES}$ |
| Pulpa dátil Medjool | $0.93 \pm 0.041 \mu\text{g EQ/g ES}$ |
| Semilla dátil Medjool | $2.11 \pm 0.023 \mu\text{g EQ/g ES}$ |

7.2 RESULTADOS DE ACTIVIDAD BIOESTIMULANTE

TABLA 24. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS.

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | % Germinación |
|-------------------------|---------------------------|---------------|
| HOJA DE VID | Agua | 96 |
| | Ácido giberélico | 93 |
| | 2.5 mg/mL | 98 |
| | 1.25 mg/mL | 100 |
| | 0.625 mg/mL | 98 |
| | 0.3125 mg/mL | 96 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 100 |
| | Ácido giberélico | 98 |
| | 2.5 mg/mL | 91 |
| | 1.25 mg/mL | 98 |
| | 0.625 mg/mL | 96 |
| | 0.3125 mg/mL | 100 |
| PULPA DE DÁTIL | Agua | 100 |
| | Ácido giberélico | 96 |
| | 2.5 mg/mL | 100 |
| | 1.25 mg/mL | 100 |
| | 0.625 mg/mL | 100 |
| | 0.3125 mg/mL | 93 |
| SEMILLA DE DÁTIL | Agua | 98 |
| | Ácido giberélico | 98 |
| | 2.5 mg/mL | 89 |
| | 1.25 mg/mL | 89 |
| | 0.625 mg/mL | 96 |
| | 0.3125 mg/mL | 93 |



TABLA 25. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO A LAS 48 H.

| % Crecimiento | | | | | | |
|---------------------|---------------------------|------------|--------------|---------------------|---------|--------------|
| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Tiempo 0 h | Tiempo 48 h | | | |
| | | | Promedio (%) | Desviación estándar | Mediana | Valor Máximo |
| HOJA DE VID | Agua | 100 | 135.76 | 6.52 | 134.87 | 182.09 |
| | Ácido giberélico | 100 | 142.90 | 8.76 | 138.02 | 204.62 |
| | 2.5 mg/mL | 100 | 140.95 | 7.35 | 140.16 | 167.48 |
| | 1.25 mg/mL | 100 | 144.90 | 6.02 | 140.00 | 201.61 |
| | 0.625 mg/mL | 100 | 148.32 | 3.16 | 147.67 | 183.08 |
| | 0.3125 mg/mL | 100 | 153.46 | 7.61 | 148.09 | 231.36 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 100 | 128.70 | 10.38 | 126.40 | 161.40 |
| | Ácido giberélico | 100 | 133.94 | 14.64 | 129.26 | 202.99 |
| | 2.5 mg/mL | 100 | 129.48 | 14.96 | 122.71 | 188.65 |
| | 1.25 mg/mL | 100 | 125.71 | 13.42 | 121.41 | 163.32 |
| | 0.625 mg/mL | 100 | 131.47 | 14.21 | 126.79 | 207.85 |
| | 0.3125 mg/mL | 100 | 126.41 | 12.33 | 123.10 | 159.20 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 100 | 141.81 | 14.44 | 137.00 | 210.48 |
| | Ácido giberélico | 100 | 143.85 | 7.61 | 142.48 | 189.18 |
| | 2.5 mg/mL | 100 | 140.03 | 4.70 | 139.03 | 167.07 |
| | 1.25 mg/mL | 100 | 143.72 | 13.00 | 139.32 | 192.09 |
| | 0.625 mg/mL | 100 | 145.19 | 6.18 | 143.07 | 171.43 |
| | 0.3125 mg/mL | 100 | 142.89 | 17.49 | 140.83 | 240.43 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 100 | 137.76 | 4.92 | 136.77 | 175.46 |
| | Ácido giberélico | 100 | 134.60 | 4.04 | 132.29 | 157.56 |
| | 2.5 mg/mL | 100 | 129.90 | 2.51 | 129.34 | 160.08 |
| | 1.25 mg/mL | 100 | 134.22 | 4.34 | 132.75 | 194.05 |
| | 0.625 mg/mL | 100 | 138.77 | 5.19 | 137.68 | 167.09 |
| | 0.3125 mg/mL | 100 | 146.01 | 9.61 | 138.93 | 310.95 |



TABLA 26. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO A LAS 96 H.

| % Crecimiento | | | | | |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|---------|--------------|
| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Tiempo 96 h | | | |
| | | Promedio triplicado (%) | Desviación estándar | Mediana | Valor Máximo |
| HOJA DE VID | Agua | 261.91 | 76.09 | 239.03 | 546.93 |
| | Ácido giberélico | 245.26 | 50.02 | 214.47 | 541.86 |
| | 2.5 mg/mL | 276.85 | 44.65 | 273.15 | 440.92 |
| | 1.25 mg/mL | 270.71 | 22.00 | 257.71 | 538.30 |
| | 0.625 mg/mL | 293.27 | 16.32 | 333.05 | 530.45 |
| | 0.3125 mg/mL | 368.75 | 69.49 | 346.91 | 729.55 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 275.26 | 33.30 | 271.79 | 508.97 |
| | Ácido giberélico | 284.10 | 99.46 | 249.59 | 596.14 |
| | 2.5 mg/mL | 266.76 | 53.07 | 234.54 | 540.33 |
| | 1.25 mg/mL | 264.62 | 46.61 | 257.19 | 532.28 |
| | 0.625 mg/mL | 284.54 | 72.40 | 280.06 | 601.05 |
| | 0.3125 mg/mL | 240.51 | 36.94 | 227.20 | 530.35 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 340.67 | 37.58 | 313.76 | 832.53 |
| | Ácido giberélico | 317.68 | 59.09 | 304.56 | 588.96 |
| | 2.5 mg/mL | 325.56 | 47.32 | 328.35 | 552.78 |
| | 1.25 mg/mL | 384.68 | 40.19 | 387.85 | 583.78 |
| | 0.625 mg/mL | 400.05 | 46.13 | 394.41 | 810.08 |
| | 0.3125 mg/mL | 322.16 | 44.48 | 320.12 | 567.22 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 225.07 | 9.28 | 215.17 | 342.86 |
| | Ácido giberélico | 247.18 | 21.98 | 231.58 | 478.17 |
| | 2.5 mg/mL | 198.39 | 19.18 | 188.85 | 391.30 |
| | 1.25 mg/mL | 193.32 | 13.81 | 194.70 | 307.55 |
| | 0.625 mg/mL | 228.48 | 20.49 | 215.71 | 397.76 |
| | 0.3125 mg/mL | 242.43 | 6.84 | 200.45 | 735.71 |



TABLA 27. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO A LAS 144 H.

| % Crecimiento | | | | | |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|---------|--------------|
| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Tiempo 144 h | | | |
| | | Promedio triplicado (%) | Desviación estándar | Mediana | Valor Máximo |
| HOJA DE VID | Agua | 728.29 | 142.52 | 842.01 | 1247.06 |
| | Ácido giberélico | 651.08 | 246.68 | 823.44 | 1317.15 |
| | 2.5 mg/mL | 619.03 | 92.67 | 627.71 | 990.20 |
| | 1.25 mg/mL | 615.85 | 108.42 | 639.84 | 1108.02 |
| | 0.625 mg/mL | 675.53 | 93.20 | 754.95 | 1138.17 |
| | 0.3125 mg/mL | 803.10 | 68.83 | 824.77 | 1328.31 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 650.86 | 78.93 | 618.04 | 1064.48 |
| | Ácido giberélico | 641.26 | 272.13 | 628.76 | 1297.97 |
| | 2.5 mg/mL | 582.65 | 113.98 | 621.56 | 1167.88 |
| | 1.25 mg/mL | 593.66 | 112.94 | 628.93 | 1037.92 |
| | 0.625 mg/mL | 662.48 | 147.00 | 700.00 | 1128.23 |
| | 0.3125 mg/mL | 609.04 | 82.01 | 653.55 | 1015.63 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 824.06 | 191.81 | 825.50 | 1704.03 |
| | Ácido giberélico | 741.30 | 210.47 | 848.71 | 1737.55 |
| | 2.5 mg/mL | 774.46 | 246.78 | 713.04 | 1493.58 |
| | 1.25 mg/mL | 858.02 | 140.09 | 914.67 | 1366.96 |
| | 0.625 mg/mL | 909.33 | 81.76 | 950.94 | 1384.87 |
| | 0.3125 mg/mL | 830.54 | 207.60 | 912.03 | 1591.48 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 726.85 | 59.67 | 717.87 | 1364.65 |
| | Ácido giberélico | 727.37 | 107.98 | 732.93 | 1384.57 |
| | 2.5 mg/mL | 541.70 | 91.56 | 540.23 | 964.82 |
| | 1.25 mg/mL | 587.63 | 26.22 | 648.06 | 1152.68 |
| | 0.625 mg/mL | 716.40 | 30.21 | 788.24 | 1408.02 |
| | 0.3125 mg/mL | 664.06 | 130.18 | 541.21 | 2626.16 |



TABLA 28. FASE DE GERMINACIÓN A LAS 144 H DE CADA SEMILLA.

| Fase germinación (144 h) #semillas | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | FASE 0 | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3 | FASE 4 |
| HOJA DE VID | Agua | 2 | 3 | 0 | 7 | 33 |
| | Ácido giberélico | 3 | 5 | 3 | 4 | 30 |
| | 2.5 mg/mL | 1 | 1 | 0 | 3 | 40 |
| | 1.25 mg/mL | 0 | 0 | 2 | 6 | 37 |
| | 0.625 mg/mL | 1 | 0 | 6 | 5 | 33 |
| | 0.3125 mg/mL | 2 | 0 | 0 | 3 | 40 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 0 | 0 | 0 | 20 | 25 |
| | Ácido giberélico | 1 | 0 | 4 | 21 | 19 |
| | 2.5 mg/mL | 4 | 0 | 3 | 14 | 24 |
| | 1.25 mg/mL | 1 | 0 | 1 | 13 | 30 |
| | 0.625 mg/mL | 2 | 0 | 0 | 7 | 36 |
| | 0.3125 mg/mL | 0 | 0 | 5 | 5 | 35 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 0 | 0 | 0 | 9 | 36 |
| | Ácido giberélico | 2 | 2 | 1 | 11 | 29 |
| | 2.5 mg/mL | 0 | 1 | 0 | 8 | 36 |
| | 1.25 mg/mL | 0 | 2 | 0 | 5 | 38 |
| | 0.625 mg/mL | 0 | 1 | 0 | 4 | 40 |
| | 0.3125 mg/mL | 3 | 0 | 0 | 8 | 34 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 1 | 3 | 0 | 11 | 15 |
| | Ácido giberélico | 0 | 3 | 0 | 13 | 14 |
| | 2.5 mg/mL | 3 | 0 | 0 | 12 | 15 |
| | 1.25 mg/mL | 4 | 0 | 1 | 7 | 18 |
| | 0.625 mg/mL | 2 | 2 | 0 | 9 | 17 |
| | 0.3125 mg/mL | 3 | 2 | 2 | 9 | 14 |



TABLA 29. PORCENTAJE DEL ÍNDICE DE VIGOR.

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Valor Promedio (%) | Mediana | Valor Máximo |
|---------------------|---------------------------|--------------------|---------|--------------|
| HOJA DE VID | Agua | 38.72 ± 13.27 | 38.22 | 85.04 |
| | Ácido giberélico | 38.93 ± 20.40 | 44.80 | 91.47 |
| | 2.5 mg/mL | 57.78 ± 9.66 | 58.67 | 105.60 |
| | 1.25 mg/mL | 49.09 ± 6.06 | 48.00 | 105.00 |
| | 0.625 mg/mL | 46.15 ± 4.58 | 44.00 | 103.64 |
| | 0.3125 mg/mL | 51.39 ± 1.51 | 49.69 | 87.91 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 50.98 ± 10.65 | 57.00 | 85.00 |
| | Ácido giberélico | 43.65 ± 10.15 | 42.04 | 84.09 |
| | 2.5 mg/mL | 40.19 ± 4.72 | 42.82 | 78.36 |
| | 1.25 mg/mL | 51.47 ± 5.10 | 55.73 | 86.04 |
| | 0.625 mg/mL | 51.49 ± 5.75 | 54.47 | 87.91 |
| | 0.3125 mg/mL | 51.22 ± 5.35 | 56.00 | 85.00 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 45.18 ± 0.98 | 46.00 | 82.00 |
| | Ácido giberélico | 41.24 ± 9.18 | 38.22 | 95.56 |
| | 2.5 mg/mL | 51.98 ± 7.52 | 48.00 | 108.00 |
| | 1.25 mg/mL | 51.24 ± 7.31 | 51.00 | 109.00 |
| | 0.625 mg/mL | 62.60 ± 4.80 | 65.00 | 105.00 |
| | 0.3125 mg/mL | 49.36 ± 10.71 | 45.73 | 90.53 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 40.13 ± 12.46 | 37.16 | 88.98 |
| | Ácido giberélico | 41.64 ± 7.76 | 44.00 | 79.20 |
| | 2.5 mg/mL | 30.27 ± 9.11 | 31.29 | 63.56 |
| | 1.25 mg/mL | 30.42 ± 4.29 | 37.16 | 62.58 |
| | 0.625 mg/mL | 36.74 ± 4.55 | 39.11 | 73.33 |
| | 0.3125 mg/mL | 27.77 ± 3.10 | 26.40 | 67.47 |



TABLA 30. VELOCIDAD DE ELONGACIÓN RADICULAR (MM/DÍA).

| Extractos evaluados | Concentraciones evaluadas | Valor promedio (mm/día) | Mediana | Valor Máximo |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------|--------------|
| HOJA DE VID | Agua | 5.06 ± 3.26 | 5.00 | 12.83 |
| | Ácido giberélico | 5.35 ± 4.37 | 5.83 | 13.33 |
| | 2.5 mg/mL | 8.27 ± 4.11 | 8.17 | 15.83 |
| | 1.25 mg/mL | 6.58 ± 4.28 | 6.33 | 15.33 |
| | 0.625 mg/mL | 6.30 ± 4.74 | 6.17 | 15.50 |
| | 0.3125 mg/mL | 7.10 ± 3.69 | 6.33 | 12.83 |
| HOLLEJO DE VID | Agua | 6.45 ± 2.69 | 7.17 | 12.00 |
| | Ácido giberélico | 5.64 ± 3.25 | 5.17 | 11.83 |
| | 2.5 mg/mL | 5.66 ± 3.45 | 6.33 | 12.00 |
| | 1.25 mg/mL | 6.99 ± 3.30 | 7.50 | 12.00 |
| | 0.625 mg/mL | 7.13 ± 3.54 | 7.33 | 13.33 |
| | 0.3125 mg/mL | 6.71 ± 3.69 | 7.50 | 12.00 |
| PULPA DE DATIL | Agua | 5.63 ± 2.66 | 5.50 | 11.17 |
| | Ácido giberélico | 5.48 ± 3.94 | 4.83 | 13.67 |
| | 2.5 mg/mL | 6.91 ± 3.69 | 6.50 | 15.67 |
| | 1.25 mg/mL | 6.63 ± 3.45 | 6.67 | 15.67 |
| | 0.625 mg/mL | 8.63 ± 4.08 | 9.17 | 15.00 |
| | 0.3125 mg/mL | 7.20 ± 3.94 | 6.50 | 13.67 |
| SEMILLA DE DATIL | Agua | 5.42 ± 3.66 | 5.33 | 12.67 |
| | Ácido giberélico | 6.26 ± 3.78 | 6.67 | 13.33 |
| | 2.5 mg/mL | 4.30 ± 2.49 | 4.50 | 8.33 |
| | 1.25 mg/mL | 4.36 ± 2.96 | 5.00 | 10.00 |
| | 0.625 mg/mL | 5.32 ± 3.13 | 5.83 | 11.33 |
| | 0.3125 mg/mL | 4.53 ± 3.00 | 4.33 | 10.50 |



7.3 TÉCNICAS EXPERIMENTALES.

INSTRUMENTACIÓN

ESPECTROSCOPIA UV-VIS

Las mediciones de absorbancia de las pruebas antioxidantes se realizaron en un espectrofotómetro THERMO SCIENTIFIC, modelo Genesys 20, en celdas de cuarzo de 10 mm. Como disolvente se empleó metanol, etanol, acetona o agua destilada.

MUFLA

Se empleo una mufla Termolyne 1400 Furnace de hasta 1100°C.

FAT ANALIZER

La extracción de grasas se realizó en el equipo Fat Analyzer SOX406, de la marca Hanon.

DIGESTOR DE FIBRA CRUDA

La digestión acida y básica de fibra cruda se realizo en el equipo EXTRACTOR DE FIBRA CRUDA, de la marca LABCONCO.

DIGESTOR para TKN.

La digestión se llevo a cabo en el equipo Digesdahl marca Hach.

TÉCNICAS EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE REACCIÓN

Los reactivos y los disolventes empleados fueron comprados de la más alta calidad comercial, y usados sin purificaciones posteriores.

PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Se empleó el programa ChemDraw Professional 16.0 de Perkin Elmer para otorgarle los nombres sistemáticos a los productos sintetizados y la realización de las estructuras.

