



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA  
MADERA

TESIS

“CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE LOS  
EXTRAÍBLES OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS MADERABLES DE TRES  
ESPECIES DE ENCINO”

Que para obtener el título de  
MAESTRA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA

Presenta  
ING. MARÍA GUADALUPE ARGUETA SOLÍS

Director de tesis: DR. JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA QUIÑONES

Codirectora: DRA. NURIA ELIZABETH ROCHA  
GUZMÁN

Morelia, Michoacán, México. Febrero, 2019.

“A la vida hay que hacerle extracciones, purificar lo importante, concentrarlo y decantar el sobrenadante”

Los autores agradecen a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Coordinación de la Investigación Científica el apoyo a este proyecto.

“CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE LOS  
EXTRAÍBLES OBTENIDOS DE SUBPRODUCTOS MADERABLES DE TRES  
ESPECIES DE ENCINO”

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. ANTECEDENTES .....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. HIPÓTESIS .....	15
5. OBJETIVO .....	16
5.1. Objetivo general .....	16
5.2. Objetivos específicos .....	16
5.2.1. Caracterizar por LC-ESI-MS/MS extraíbles de diferente polaridad (metanólicos, acetónicos y acuosos (infusiones) obtenidos a partir de subproductos maderables de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> .....	16
5.2.2. Evaluar la capacidad antioxidante de extractos crudos obtenidos a partir de subproductos maderables de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> .....	16
5.2.3. Determinar el potencial antimicrobiano de extractos acuosos obtenidos a partir de subproductos maderables de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> .....	16
6. DESARROLLO EXPERIMENTAL .....	17
6.1. Trabajo de campo y habilitación del material.....	17
6.2. Trabajo de laboratorio .....	19
6.3. Preparación de Extractos crudos .....	20
6.4. Caracterización química de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> .....	22
6.4.1. Polifenoles Totales.....	24
6.4.2. Flavonoides Totales .....	26
6.5. Determinación de capacidad antioxidante. ....	27
6.5.1. Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno, (ORAC).....	27
6.5.2. Poder reductor – ABTS .....	29

6.5.3. Capacidad de inhibir especies nitrosativas .....	30
7. DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	32
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
8.1. Caracterización química de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> .....	35
8.1.1. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles metanólicos ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ) .....	40
8.1.2. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles acetónicos ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ) .....	50
8.1.3. Compuestos identificados flavonoides en los extraíbles acetónicos ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ) .....	53
8.1.4. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles con infusión acuosa ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ) .....	58
8.1.5. Compuestos identificados flavonoides en los extraíbles con infusión acuosa ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ) .....	61
8.1.6. Compuestos identificados taninos hidrolizables en los extraíbles con infusión acuosa ( <i>Q. candicans</i> , <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. laurina</i> ).....	64
8.1.7. Fenoles Totales.....	67
8.1.8 Flavonoides Totales .....	69
8.2. Determinación de capacidad antioxidante. ....	71
8.2.1. Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno, (ORAC).....	71
8.2.2. Poder reductor – ABTS .....	73
8.2.3. Capacidad de inhibir especies nitrosativas .....	75
8.2.4. Comparación de resultados de la capacidad antioxidante en ORAC, de frutas y extractos de madera y corteza de <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i> . .....	77
8.3. Determinación de actividad antimicrobiana. ....	79
9. CONCLUSIONES .....	80
10. BIBLIOGRAFIA .....	81
11. ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ácidos fenólicos (Ácidos hidroxibenzoicos).....	36
Tabla 2. Ácidos hidroxicinámicos.....	36
Tabla 3. Flavona.....	37
Tabla 4. Flavanonas.....	37
Tabla 5. Dihidrochalconas.....	37
Tabla 6. Flavanoles.....	37
Tabla 7. Flavonoles.....	38
Tabla 8. Taninos hidrolizables.....	39
Tabla 9. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en corteza.....	41
Tabla 10. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en albura.....	42
Tabla 11. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en duramen.....	43
Tabla 12. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en corteza....	44
Tabla 13. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en albura.....	45
Tabla 14. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en duramen.	46
Tabla 15. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en corteza.....	47
Tabla 16. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en albura.....	48
Tabla 17. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en duramen.....	49
Tabla 18. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en corteza	50
Tabla 19. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en albura ..	51
Tabla 20. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en duramen.....	52
Tabla 21. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en corteza.....	53
Tabla 22. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en albura.....	54
Tabla 23. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en duramen.....	55
Tabla 24. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en corteza.....	56
Tabla 25. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en albura.....	56
Tabla 26. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en duramen.....	57
Tabla 27. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en corteza.....	58

Tabla 28. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en albura .....	59
Tabla 29. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en duramen .....	60
Tabla 30. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en corteza....	61
Tabla 31. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en albura.....	62
Tabla 32. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en duramen.	63
Tabla 33. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en corteza.....	64
Tabla 34. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en albura.....	65
Tabla 35. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en duramen .....	66
Tabla 36. Fenoles Totales, para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosa de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	67
Tabla 37. Flavonoides Totales, para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosa de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	69
Tabla 38. ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus.....	72
Tabla 39. ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). Para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	74
Tabla 40. Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico) para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	75
Tabla 41. Comparación de la capacidad antioxidante de frutas (Zapata et al. 2014) y extractos de madera y corteza de Quercus candicans, Q. laurina y Q. rugosa, para la técnica de ORAC.....	77
Tabla 42. Comparación de la capacidad antioxidante de frutas (Kuskoski et al. 2005) y extractos de madera y corteza de Quercus candicans, Q. laurina y Q. rugosa, para la técnica de ABTS.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....	17
Figura 2. Rodajas de las especies de estudio; a) Quercus candicans Née, b) Q. laurina Humb. & Bonpl.; c) Q. rugosa Née .....	18
Figura 3. Árboles de las especies; a) Quercus candicans Née, b) Q. laurina Humb. & Bonpl.; c) Q. rugosa Née.....	18

Figura 4 Habilitación del material de estudio; a) secado al aire libre, b) molienda, c) cribado.....	19
Figura 5. Extracciones metanólicas y acetónicas; a) ultraturrax, b) ultrasonido c) extractos en viales.....	20
Figura 6. Infusiones; a) ebullición 80°, b) viales HPLC. ....	21
Figura 7. <b>A).</b> Extractos metanólico, acetónicos y acuosos. <b>B).</b> UPLC; (Waters Corp., Milford, MA, EUA) acoplado a un espectrómetro de masas triple cuadrupolo Xevo TQ-S (Waters Corp., EE.UU).....	23
Figura 8 <b>A).</b> Reactivación de microorganismos. <b>B).</b> Concentraciones de infusión. <b>C).</b> Toma de lectura.....	31

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Determinación de Fenoles Totales (PFT) .....	24
Diagrama 2. Determinación de Flavonoides Totales (FT) .....	26
Diagrama 3. Prueba de capacidad antioxidante (ORAC).....	28
Diagrama 4. Técnica de actividad antioxidante (ABTS).....	29
Diagrama 5. Actividad antioxidante (ON).....	30

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus.....	72
Gráfica 2. ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). Para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	74
Gráfica 3. Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico) para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de Quercus .....	76
Gráfica 4. Capacidad antimicrobiana .....	79

## RESUMEN

Los encinos presentan su centro de diversidad en México: de 450 especies a nivel mundial entre 135 y 150 se encuentran en México de las cuales 86 se consideran endémicas. Los estudios más relevantes de los encinos son de usos maderables debido a sus propiedades físicas y mecánicas, pero el uso no maderable ha sido de poco interés para la investigación, pese a que comunidades étnicas y mestizas los usan para la obtención y elaboración de alimentos o productos medicinales. Con base a lo anterior, se buscó explorar el potencial químico y antioxidante de corteza, albura y duramen de tres especies de encino (*Quercus candicans*, *Quercus laurina* y *Quercus rugosa*), recolectados en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Cambios en perfiles de extracción de compuestos antioxidantes presentes en la corteza, albura y duramen de las tres especies de encino fueron determinados por cromatografía de líquidos acoplado a espectrometría de masas (LC-ESI-QqQ). La respuesta antioxidante estuvo influenciada por la naturaleza química de los extractos de la madera y corteza de los tres encinos al poseer un alto contenido de compuestos polifenólicos activos, por lo que se pueden considerar como una fuente de ingredientes nutraceuticos fenólicos.

Palabras clave: *Quercus*, extracción, antioxidante, cromatografía, nutraceuticos.

### ABSTRACT

The oaks present their center of diversity in Mexico: of 450 species worldwide between 135 and 150 are found in Mexico of which 86 are considered endemic. The most relevant studies of oaks are of timber uses due to their physical and mechanical properties, but non-timber use has been of little interest for research, although ethnic and mestizo communities use them for obtaining and processing food or medicinal products. Based on the above, we sought to explore the chemical and antioxidant potential of bark, sapwood and heartwood of three species of oak (*Quercus candicans*, *Quercus laurina* and *Quercus rugosa*), collected in the indigenous community of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Changes in extraction profiles of antioxidant compounds present in the bark,

sapwood and heartwood of the three species of oak were determined by liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC-ESI-QqQ). The antioxidant response was influenced by the chemical nature of the extracts of the wood and bark of the three oaks, owing to their high content of active polyphenolic compounds, which is why they can be considered as a source of phenolic nutraceutical ingredients.

Key words: Quercus, extraction, antioxidant, chromatography, nutraceuticals.

## 1. INTRODUCCIÓN

En México existe una gran variedad de productos no maderables que provienen de diferentes especies de árboles, los cuales representan una fuente de materiales sumamente importante en los diferentes grupos étnicos y mestizos, tanto con fines de subsistencia como para comercialización (Adger, Brown, Cervigni, & Moran, 1998). El género *Quercus* presenta su centro de diversificación en México, ya que de las 450 especies estimadas a nivel mundial, entre 135 y 150 se encuentran en nuestro país, y de ellas 86 se consideran endémicas (Nixon, 1998; Zavala, 1998). El uso maderable y derivados de encinos son ampliamente reconocidos, por el contrario su utilidad no maderable ha sido poco reconocida, no obstante que en diversas comunidades étnicas y mestizas del país la obtención y elaboración de diversos productos medicinales o alimenticios forman parte de su cultura (Luna y Rendón, 2003). Este hecho se constata al encontrar registro del uso de los encinos con fines medicinales (De la Cruz & Badiano, 1991). Se tiene conocimiento de que algunas de sus partes han sido utilizadas con fines curativos en medicina tradicional, aunque pocos han sido los estudios realizados para conocer sus propiedades farmacológicas.

En los últimos años, se han desarrollado estudios con respecto a la determinación de polifenoles y el análisis químico de los extractos de diferentes plantas, frutas y verduras, que poseen actividad antioxidante. Esta actividad antioxidante se debe principalmente a compuestos no nutricionales que presentan una gran actividad biológica, tales como polifenoles, vitaminas y minerales (Khalaf, Shakya, Al, El, & Farah, 2008; Chemah, Aminah, Noriham, & Wan Aida, 2010). Entre los polifenoles que se han encontrado en vegetales estudiados destacan los flavonoides, isoflavonas, flavonas, quercitina, catequinas, isocatequinas y colorantes como batalainas e indicaxatina (Cai, Gu, & Tang, 2010; Sumaya, y otros, 2011). Los polifenoles son antioxidantes benéficos para la salud; entre sus propiedades se encuentran proteger el sistema cardiovascular, mantener un peso adecuado y prevenir el cáncer. Además disminuyen la aparición de enfermedades tan graves

como el cáncer, las dolencias degenerativas y las relacionadas con el sistema cardiovascular, inflamación, aterosclerosis, diabetes, Alzheimer, Parkinson y enfermedades coronarias (Butera, y otros, 2002; Nuengchamnong, Hermans, & Ingkaninan, 2004).

Los compuestos fenólicos se hallan ampliamente distribuidos en el reino vegetal como fenoles simples, ácidos fenólicos, derivados de ácido hidroxicinámico, y flavonoides. Todas las clases de compuestos fenólicos tienen el requerimiento estructural de recolectar radicales libres y tienen potencial como antioxidantes en alimentos (Cardona & Mejía, 2009).

La capacidad antioxidante no solamente se ha detectado en compuestos presentes en frutas, verduras y ciertas partes de plantas menores, en coníferas (Rosales *et al.* 2009), sino también en algunos árboles de encinos (Jung, y otros, 2008; Rocha, y otros, 2009). El contenido de extraíbles, la cantidad y composición de ellos depende de la especie, la parte del árbol, la época del año, las condiciones de crecimiento y otros factores (Fengel y Wegener, 1983).

Las plantas en México son la medicina tradicional en forma de infusiones y es una práctica muy común entre comunidades étnicas. La quimiopreención con sustancias dietéticas es un área importante de investigación y requiere el uso de sustancias no tóxicas para interferir con la carcinogénesis (Johnson *et al.*, 2010). Hay esfuerzos mundiales para descubrir los agentes contra el cáncer de las plantas (Demain y Vaishnav, 2011). Algunos fitoquímicos como las elagitaninas (tipo de polifenoles) han mostrado propiedades antioxidantes, gastroprotectoras (Beserra *et al.*, 2011) y anticancerosas (Umesalma y Sudhandiran, 2011).

En este trabajo se determinó el perfil fenólico de diferentes extractos de madera y corteza de tres especies de encino: *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa* con el fin de encontrar fuentes alternativas de polifenoles con algunos antioxidantes y actividad antimicrobiana para los mismos extractos.

## 2. ANTECEDENTES

Rosales *et al.* (2011) *Quercus durifolia* y *Q. eduardii* ABTS, DPPH y linoleico, en corteza de ambas compuesto principal fue la catequina extracto organico.

Rocha *et al.* (2012) estudiaron las infusiones de hojas de 4 especies de encinos (*Quercus resinosa*, *Q. sideroxyla*, *Q. eduardii* y *Q. durifolia*), comparados con 2 tés verdes comerciales. Evaluaron el contenido total de polifenoles (TPC), el contenido total de flavonoides (TFC), el análisis por HPLC, la capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC), la absorción de radicales de oxígeno Capacidad (ORAC).

Sánchez *et al.* (2013) estudiaron la infusión de las hojas de (*Quercus resinosa*, *Q. laeta*, *Q. grisea* y *Q. obtusata*) para la evaluación y comparación de sus actividades antioxidantes, antimicrobianas, anti-topoisomerasa y antiproliferativa.

Argueta-Solís, 2016 Reporto resultados de capacidad antioxidante de los extractos de las especies de *Quercus candicans*, *Q. laurina*, y *Q. rugosa*. Utilizando las técnicas ABTS, DPPH y Peroxidación lipídica.

García *et al.* (2017) Se describe una característica completa del perfil fenólico de infusiones de hojas de siete especies mexicanas de *Quercus* utilizando diferentes metodologías LC-DAD-MS / MS. Las especies blancas tienen mejor la cantidad de fenoles totales (830–2956 mg /L) con taninos hidrolizables como grupo predominante (60–96%). Las especies rojas (fenólicos totales 129–280 mg /L), y porcentajes más grandes de ácidos fenólicos (10–19%) ).

### 3. JUSTIFICACIÓN

En la industria de la transformación primaria de la madera se generan aproximadamente 50% de subproductos lignocelulósicos que actualmente son subutilizados y por lo general representan un foco de contaminación y/o de incendio, en los lugares donde se deponen. Estos subproductos maderables contienen sustancias extraíbles que pueden ser un potencial para la extracción de polifenoles con propiedades antioxidantes y/o antimicrobianas, con posibilidades de uso en la industria nutraceutica. Por ello es importante realizar la presente investigación sobre la caracterización y determinación de propiedades antioxidantes y antimicrobianas de los subproductos de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

## 4. HIPÓTESIS

Los residuos o subproductos maderables de estos encinos, pueden contener alta concentración de sustancias polifenólicas y éstas pueden poseer actividad antioxidante y antimicrobiana.

## 5. OBJETIVO

### 5.1. Objetivo general

Determinar los perfiles polifenólicos y potencial nutracéutico de extraíbles obtenidos de subproductos maderables de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*

### 5.2. Objetivos específicos

5.2.1. Caracterizar por LC-ESI-MS/MS extraíbles de diferente polaridad (metanólicos, acetónicos y acuosos (infusiones) obtenidos a partir de subproductos maderables de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

5.2.2. Evaluar la capacidad antioxidante de extractos crudos obtenidos a partir de subproductos maderables de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

5.2.3. Determinar el potencial antimicrobiano de extractos acuosos obtenidos a partir de subproductos maderables de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

## 6. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 6.1. Trabajo de campo y habilitación del material

El material se recolectó en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (Fig. 1). Esta comunidad cuenta con una superficie de 18,138 hectáreas, que representa el 78% del Municipio de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Se tomaron muestras de madera (duramen, albura y corteza) derivados del aprovechamiento forestal.

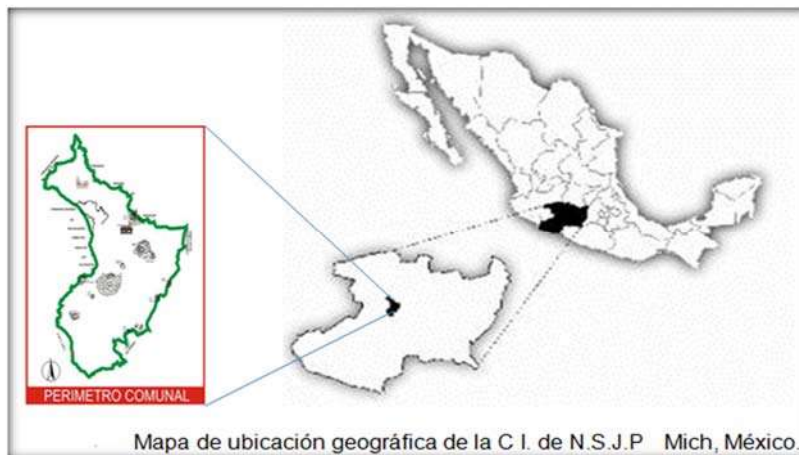


Figura 1. Localización del área de estudio.

Esta Comunidad Indígena cuenta con un bosque que es clasificado como “bosque de pino-encino” donde abundan las siguientes categorías generales de vegetación:

A) Bosque de *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae* con *Abies religiosa*, *Quercus candicans*, *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Alnus spp.* En los sitios de mayor altitud, correspondientes a faldas y cimas de conos cineríticos. B) Bosque de *Pinus pseudostrobus* con *P. leiophylla*, *Quercus rugosa*, *Q. crassipes* y *Q. laurina* correspondientes a alturas medias y sitios relativamente más húmedos. C) Bosque de *Pinus leiophylla* y *P. michoacana* con *Quercus obtusata*, *Q. castanea* y

*Q. rugosa*, correspondientes a alturas medias y sitios relativamente más secos. Para el presente estudio se seleccionaron las especies de *Quercus candicans* Née, *Q. laurina* Humb. & Bonpl. y *Q. rugosa* Née (Fig. 2 y 3), y complementa otros trabajos realizados con madera y corteza del fuste, ramas y tronco de coníferas de la misma Comunidad Indígena.



Figura 2. Rodajas de las especies de estudio; a) *Quercus candicans* Née, b) *Q. laurina* Humb. & Bonpl.; c) *Q. rugosa* Née



Figura 3. Árboles de las especies; a) *Quercus candicans* Née, b) *Q. laurina* Humb. & Bonpl.; c) *Q. rugosa* Née

## 6.2. Trabajo de laboratorio

Las muestras (duramen, albura y corteza) de las tres especies de encinos, se secaron al aire libre. Posteriormente el material se molió en un molino Wiley de acuerdo a la norma T-257 (TAPPI, 2000) obteniendo harina de madera, la cual fue cribada en diferentes mallas 20, 40 y 60, utilizando la de malla 40 ( $420\ \mu\text{m}$ ), retenida en la malla 60 (Fig. 4).



Figura 4 Habilitación del material de estudio; a) secado al aire libre, b) molienda, c) cribado.

### 6.3. Preparación de Extractos crudos

La preparación de extractos se llevó a cabo mediante la técnica propuesta por (Gamboa et al., 2013), con ultraturrax asistido por ultrasonido y para la preparación de los extractos acuosos (infusiones al 1%) se utilizó el método de (Rocha et al., 2009) La cantidad de extractos fueron preparados mediante extracción con ultraturrax asistido por ultrasonido con los solventes metanol y acetona en periodo de 1 minuto en ultraturrax y 10 minutos en ultrasonido (Fig. 5), todos por separado y duplicado al igual que las infusiones en agua destilada llevada a ebullición en 80° C en agitación por un periodo de 10 minutos (Fig. 6), cada una de las muestras fueron filtradas y colocadas en viales ámbar para HPLC.

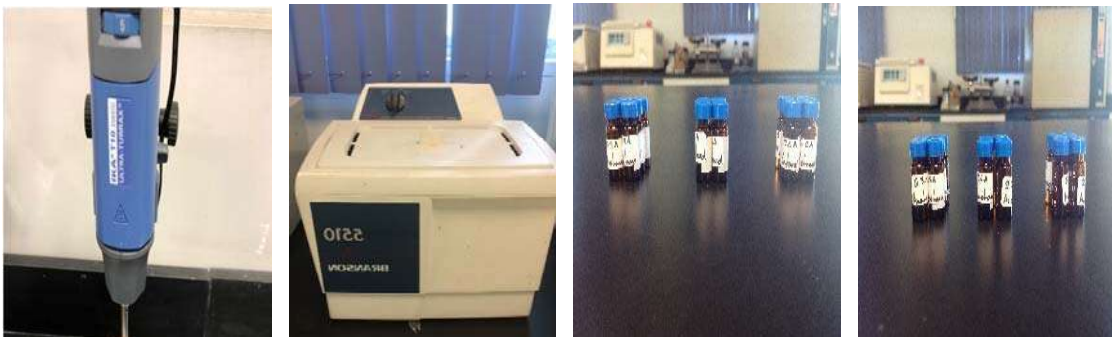


Figura 5. Extracciones metanólicas y acetónicas; a) ultraturrax, b) ultrasonido c) extractos en viales.

Referencia de los cálculos para las extracciones metanólicas fueron las siguientes:

$$\text{Relación w/v } \frac{10\text{mg}}{1\text{ml}} = 10\text{mg/ml}$$

Concentración (mg/mL) = abundancia del metabolito/pendiente

Agitación (rpm)

Ultrasonido (pulsos)

Concentración con centrivap

Centrifuga 4500 rpm 10°C X 10 min

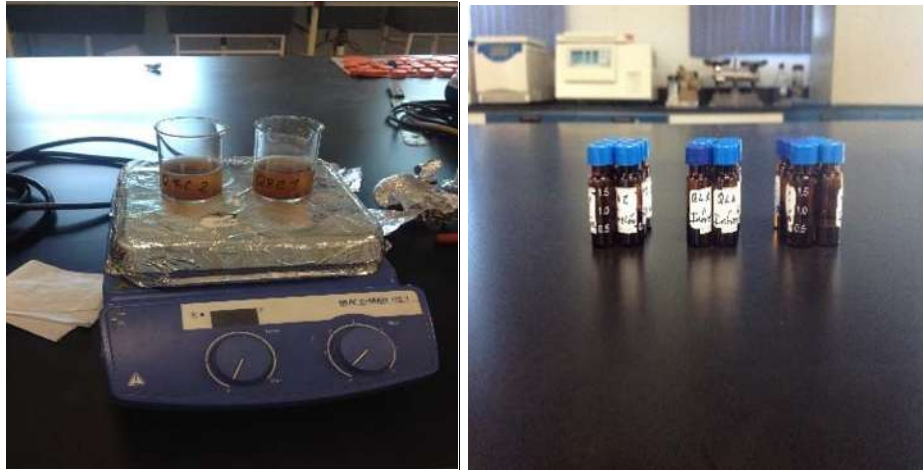


Figura 6. Infusiones; a) ebullición 80°, b) viales HPLC.

Referencia de los cálculos para las extracciones en infusión al 1% fueron las siguientes:

$$\text{Relación w/v } \frac{0.5g}{50 ml} = \frac{500mg}{50ml} = 10 mg/ml$$

Concentración (mg/mL) = abundancia del metabolito/pendiente

#### 6.4. Caracterización química de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*

##### **Caracterización de perfiles polifenólicos por LC-ESI-MS/MS**

UPLC (Cromatografía de ultra alta resolución acoplado a espectrometría de masas).

Todos los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos (Fig. 7) fueron sometidos a El análisis de perfil polifenólico: ácidos fenólicos y flavonoides (Díaz, y otros, 2018) y taninos hidrolizables fue seguido por el método propuesto por (García, y otros, 2017), para la determinación de fenoles de bajo peso molecular. Para esto se utilizó un UPLC (Waters Corp., Milford, MA, EUA) acoplado a un espectrómetro de masas triple cuadrupolo Xevo TQ-S (Waters Corp., EE.UU), (Fig. 8). La columna utilizada fue una Acquity UPLCr BEH C8, 1.7  $\mu\text{m}$ , (Waters Corp., EE.UU.) operada a una temperatura de 30°C. El perfil de elución usado fue agua con ácido fórmico 7.5mM (A) y acetonitrilo (B): inicial 95% en A y en B 5% 0-0.80 min; 90% en A y en B 10% 1.20-1.90 min, 85% de A en y en B 15% 2.40-3.70 min; 79% de A y en B 21% 4.00-5.20 min; 73% de A y en B 27% 5.70 min; 50% en A y en B 50% 8.00 min; 00% en A y en B 100% 9.00 min; 95% en A y en B 5% 11.50 min. Los datos de MS-t se corrieron de 0 a 13.5 min. Las condiciones ESI en modo negativo, fueron tensión de capilaridad de 2.5 kV; Cono: 3OV, fuente de salida: 60°C; temperatura de la fuente, 150°C; temperatura de solvatación: 300°C; flujo de gas de cono 150L h<sup>-1</sup> respectivamente; Flujo de desolvatación: 500 150L h<sup>-1</sup>; Flujo de gas de colisión: 0.13mL min<sup>-1</sup>; Flujo de gas de nebulizador: 7.0 Bar; Modo de masa 5V y Modo MS/MS 20V

Para la estabilidad y el control de la eficiencia de ionización del espectrómetro de masas se utilizó una mezcla de diferentes compuestos fenólicos (ng/mL) para medir los tiempos de retención (min) y los valores [M-H]-m/z. Para la cuantificación de ácidos fenólicos se construyó una curva de los estándares, así como para la

cuantificación de flavonoides y de taninos hidrolizables con ácido elágico como estándar. El espectrómetro de masas cuadrupolar UPLC y tándem Xevo TQ-S y el procesamiento de datos se realizaron usando el software Masslinx (Waters ACQUITY).

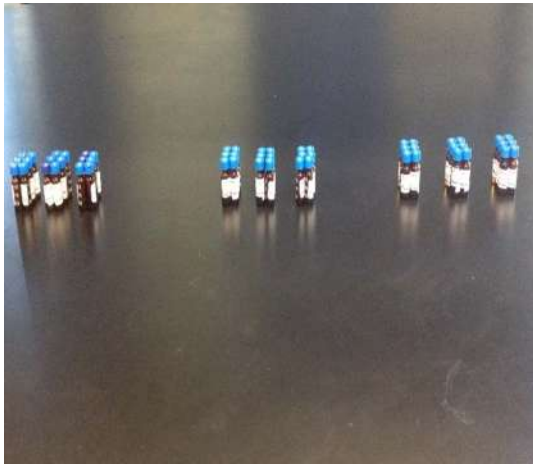


Figura 7. **A).** Extractos metanólico, acetónicos y acuosos. **B).** UPLC; (Waters Corp., Milford, MA, EUA) \_acoplado a un espectrómetro de masas triple cuadrupolo Xevo TQ-S (Waters Corp., EE.UU)

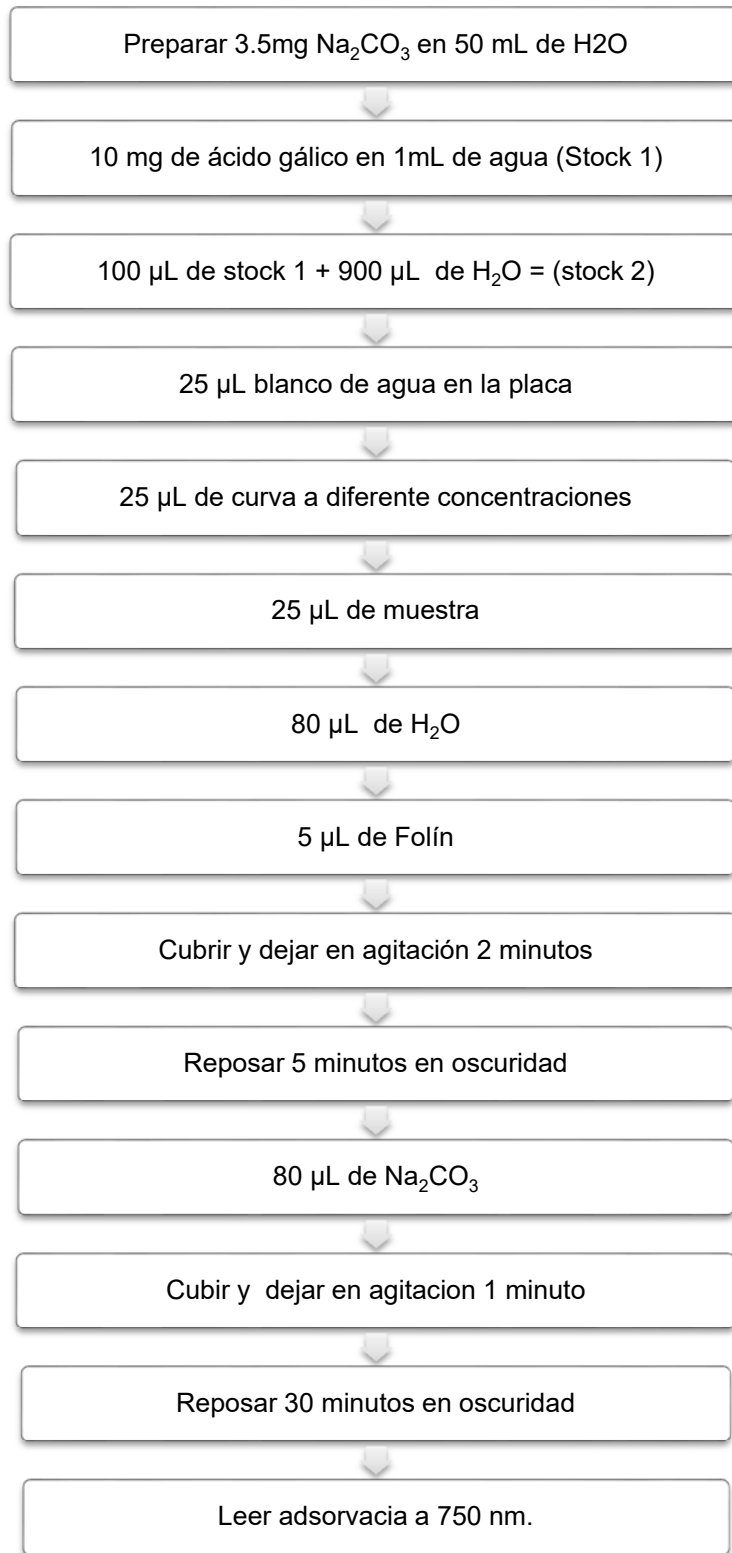
#### 6.4.1. Polifenoles Totales

##### **Técnicas espectrofotométricas**

Para la cuantificación de fenoles totales se siguió la técnica de Folin-Ciocalteu (Diagrama 1) por (Velioglu, 1998). Es la medida del contenido de fenoles totales que se realiza utilizando este método, que sirve para determinar la capacidad que tienen los polifenoles para reaccionar con el reactivo de Folin dando lugar a la transferencia de electrones, para los compuestos fenólicos, formando una coloración azul para ser determinada espectrofotométricamente a 750 nm.

Los resultados se expresan como mg equivalente de ácido gálico por g de extracto (mg EAG g<sup>-1</sup>)

Diagrama 1. Determinación de Fenoles Totales (PFT)



Para la evaluación de esta técnica se utilizaron las muestras con una concentración de 1 mg/mL.

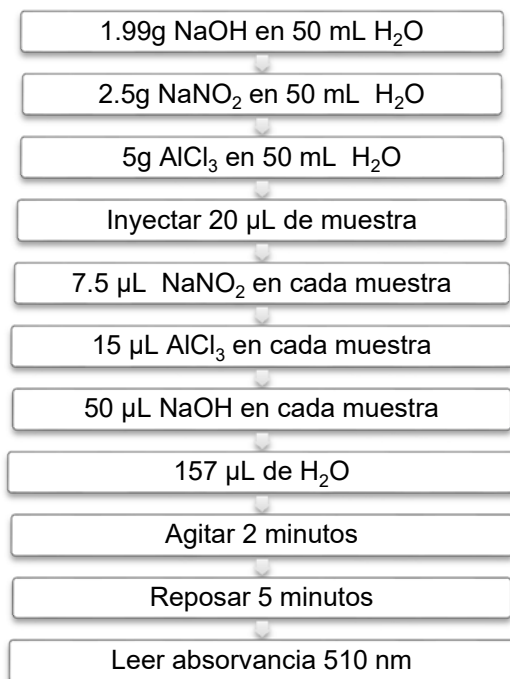
## 6.4.2. Flavonoides Totales

### Técnicas espectrofotométricas

Para la determinación de flavonoides se propuso el uso del método espectrofotométrico se trabajó con la técnica colorimétrica propuesta por (Heimer, Vignolini, Dini, & Romani, 2005). Para la determinación de flavonoides totales en las plantas, utilizando  $\text{NaNO}_2$ , mediante el método descrito por Heimler et al 2005, que se basa en el uso de cloruro de aluminio y descrita en el diagrama 2 que se presenta a continuación.

Los resultados se reportan como mg equivalentes de catequina por g de extracto ( $\text{mg EQC g}^{-1}$ )

Diagrama 2. Determinación de Flavonoides Totales (FT)



En esta técnica se trabajaron concentraciones de 10 mg/mL de muestra

## 6.5. Determinación de capacidad antioxidante.

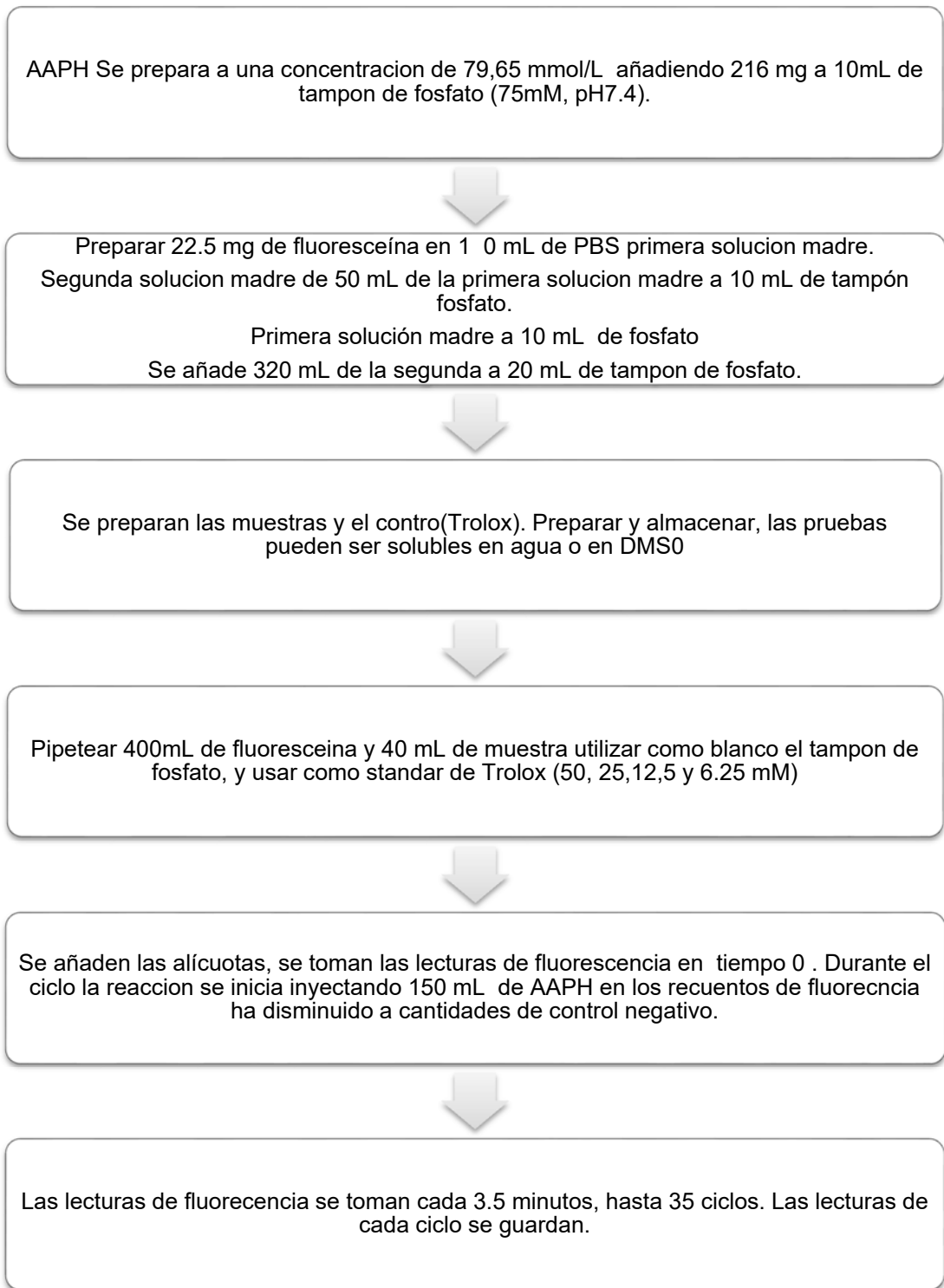
### 6.5.1. Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno, (ORAC)

Este ensayo es un complemento aceptable para la medición de la actividad antioxidante de vitaminas, compuestos orgánicos e inorgánicos mide la degradación oxidativa de una molécula fluorescente después de haberla mezclado con un indicador de radicales oxígeno. Como la fluoresceína sometida como indicador para un flujo constante de radicales peróxido generados por el AAPH (diclorhidrato de 2, 2-azobis (2-amidinopropano)) descrito a continuación en el diagrama 3. Los antioxidantes aminoran los radicales de oxígeno generados por AAPH, inhibiendo así la debilidad de la fluorescencia.

La protección ejercida por los antioxidantes se cuantifica a través de la fluorescencia técnica propuesta por (Garrett, Murray, Robison, & O'Neill, 2010).

La referencia contra la cual se mide la actividad antioxidante es Trolox, los resultados son reportados como equivalentes a Trolox (ET).

Diagrama 3. Prueba de capacidad antioxidante (ORAC).



Para trabajar en el método descrito con anterioridad se manejaron concentraciones de 0.1 mg/mL

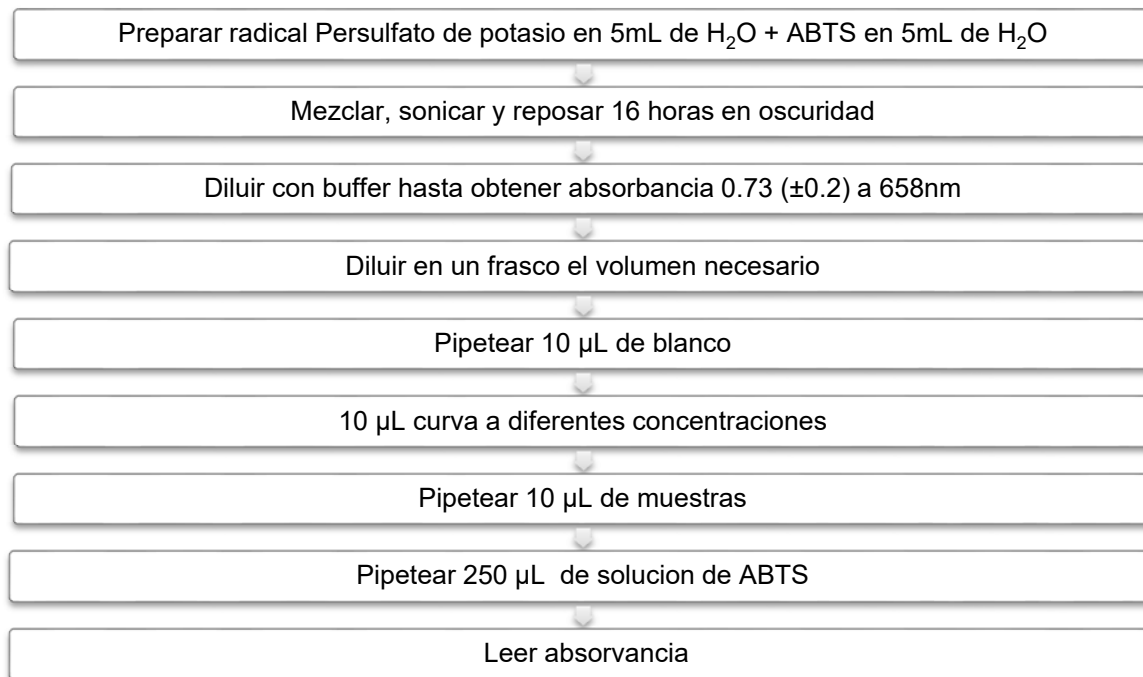
### 6.5.2. Poder reductor – ABTS

Determinación de actividad antioxidante de absorción de radicales de hidrogeno, ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)

La actividad antioxidante sobre el radical catión ABTS se determina utilizando la técnica propuesta por (Re, y otros, 1999). Perdida de color en el radical, ABTS, es un radical libre que muestra una coloración verde-azul, la capacidad depende de la habilidad del metabolito para reducir el radical ABTS y la donación de átomos H, la perdida de coloración es la reducción del radical. Explicando el método en el diagrama 4, utilizando una curva de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante donadora de hidrogeno eliminado el catión radical ABTS

Los resultados son reportados equivalentes a Trolox (ET)

Diagrama 4. Técnica de actividad antioxidante (ABTS).



Para trabajar en el método descrito con anterioridad se manejaron concentraciones de 0.5 mg/ML

### 6.5.3. Capacidad de inhibir especies nitrosativas

Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico).

La detección del metabolitos de óxido nítrico se hacen por el método de inhibición de los radicales de óxido nítrico y atrapamiento de radicales O, siguiendo el método propuesto por (Green, y otros, 1982), desarrollado a continuación en el diagrama 5. Utilizando el reactivo de Griess modificado proporcionando los nitritos al sistema a través del nitroprusiato de sodio, expresando los resultados como concentración inhibitoria del 50 % de la muestra (IC50).

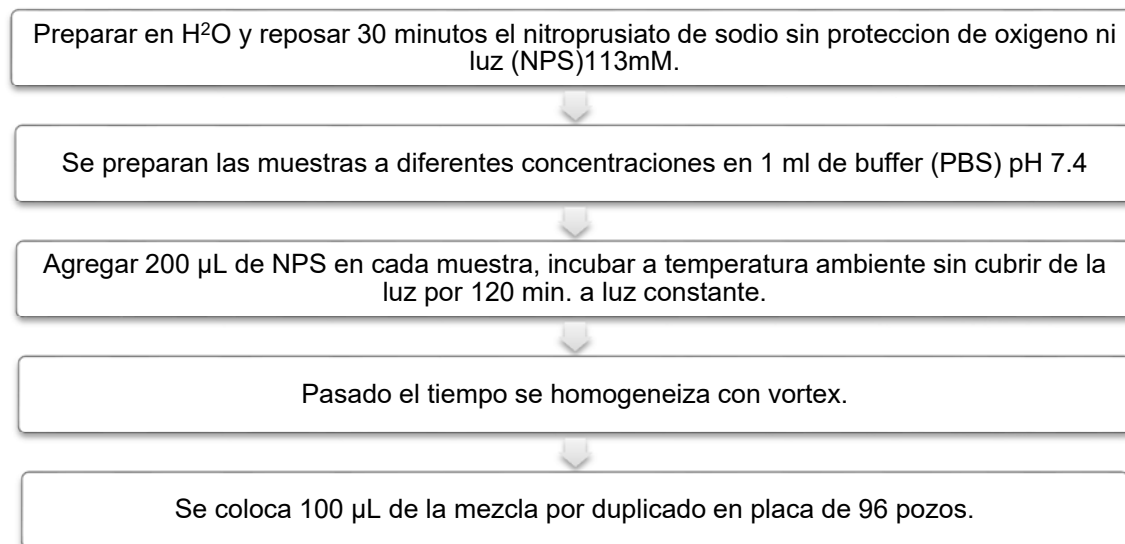
Nitroprusiato de sodio (Na<sub>2</sub> (Fe (CN)<sub>5</sub> NO)) 113 mM

Buffer de fosfatos salino pH 7.4 (PBS)

Y los resultados se calculan con la siguiente ecuación (1) y el % de inhibición, se graficó contra la concentración estándar para obtener la cantidad de antioxidante necesario para disminuir (CI50)

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Abs. del blanco} - \text{Abs de la muestra}}{\text{Abs. del blanco}} \times 100$$

Diagrama 5. Actividad antioxidante (ON).



Nota: Al frasco del reactivo de Griees 1x, se le agrega 250 ml de H<sub>2</sub>O destilada, y mover por inversión por 5 minutos.

## 6.6. Determinación de Actividad Antimicrobiana.

Citotoxicidad hacia cepas relacionadas con enfermedades urinarias (*Proteus hauseri*, *Proteus mirabilis* y *Proteus vulgaris*), entéricas (*E. coli* y *Enterobacter aerogenes*), epidérmicas (*Candida albicans*, *Staphylococcus epidermis*).

Para la determinación del efecto antimicrobiano se utilizaron los microorganismo que se muestran en la figura 9: cepas relacionadas con enfermedades urinarias (*Proteus hauseri*, *Proteus mirabilis* y *Proteus vulgaris*), entéricas (*E. coli* y *Enterobacter aerogenes*), epidérmicas (*Candida albicans*, *Staphylococcus epidermis*), a los cuales se aplicaron diferentes concentraciones de 0.05, 0.1 y 0.2 ppm, de extracto obtenido a partir de infusiones de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa* de las tres diferentes zonas, corteza, duramen y albura. Para ellos se utilizaron los medios de cultivo diferenciales como agar papa dextrosa para *Cándida albicans* y agar nutritivo para las bacterias. En las placas Petri que contenían el medio de cultivo sólido se adiciono el extracto y se extendió en la superficie hasta sequedad. Posteriormente se adicionaron 50µl de bacterias obtenidas a partir de una dilución seriada de 1:100 y 1:1000 por triplicado; la formación de colonias se siguió durante 2, 4, 6, 8, 20h de crecimiento, el número total de colonias se determinó por conteo en placa tomando en cuenta la dilución realizada.



Figura 8 A). Reactivación de microorganismos. B). Concentraciones de infusión. C). Toma de lectura.

## 7. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Con la finalidad de determinar las diferencias estadísticas en las propiedades químicas, propiedades antioxidantes y microbianas, se aplicó un diseño experimental factorial 3x3x3, con  $n = 3$ ; teniendo los siguientes factores y niveles:

Factor A = especies (*Quercus candicans*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*)

Factor B = tipo de material (corteza, duramen, albura)

Factor C= solventes (metanol, acetona, agua (infusión))

El modelo estadístico para tal diseño (Montgomery 1991) es el siguiente:

$$Y_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \xi_{ijkm}$$

Donde:

$Y_{ijkm}$  = variable de respuesta

$\mu$  = efecto común o media general

$\alpha_i$  = efecto del factor A

$\beta_j$  = efecto del factor B

$\gamma_k$  = efecto del factor C

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción de AB

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = efecto de la interacción AC

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = efecto de la interacción ABC

$\xi_{ijkm}$  = error aleatorio

Las variables de respuesta son:

- Preparación de extracto metanólico
- Preparación de extracto acetónico
- Preparación de extracto acuoso
- Polifenoles totales
- Flavonoides totales
- Taninos hidrolizables
- Ácidos fenólicos y flavonoides
- Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno
- Poder reductor – ABTS
- Capacidad de inhibir especies nitrosativas
- Citotoxicidad hacia cepas relacionadas con enfermedades urinarias (*Proteus hauseri*, *Proteus mirabilis* y *Proteus vulgaris*),
- Citotoxicidad hacia cepas relacionadas con enfermedades entéricas (*E. coli* y *Enterobacter aerogenes*),
- Citotoxicidad hacia cepas relacionadas con enfermedades epidérmicas (*Candida albicans*, *Staphylococcus epidermis*)

A continuación se da conocer un ejemplo del tipo de hipótesis estadística que se puede probar con dicho modelo estadístico, tomando como variable de respuesta el rendimiento de extracto metanólico; de igual forma se plantean para las hipótesis de las otras variables de respuesta señaladas.

$H_0$  = no hay efecto del factor A sobre el rendimiento del extracto metanolico

$H_1$  = si hay efecto

$H_0$  = no hay efecto del factor B

$H_1$  = si hay efecto

$H_0$  = no hay efecto en el factor C

$H_1$  = si hay efecto

$H_0$  = no hay efecto de la interacción AB

$H_1$  = si hay efecto

$H_0$  = no hay efecto de la interacción AC

$H_1$  = si hay efecto

$H_0$  = no hay efecto de la interacción ABC

$H_1$  = si hay efecto

Para realizar la comparación de medias del efecto significativo se aplicó el método de la mínima diferencia significativa (LSD) (Montgomery 1991); el nivel de confianza con el que se analizaron los datos fue del 95 % y los resultados se realizaron mediante el programa Statgraphics Plus versión 4.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1. Caracterización química de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*

#### **Caracterización de perfiles polifenólicos por LC-ESI-MS/MS**

Para la caracterización de los polifenoles presentes en los extractos de madera y corteza de las tres diferentes especies de *Quercus* se hizo un tamizaje general para el análisis de los compuestos de las muestras las cuales teniendo como compuestos químicos en todos los extraíbles metanólicos, acetónicos y de infusión los siguientes compuestos el ácido gálico como ácidos fenólicos y el Trigaliolhexosido en taninos hidrolizables, al igualmente que en el estudio realizado por (Rosales, y otros, 2011) de *Quercus durifolia* y de *Q. eduardii* Barks encontraron como principal compuesto la catequina en las dos cortezas, y para este estudio también en corteza de las tres especies de *Quercus* se encontró la catequina con mayor abundancia en la corteza del *Quercus candicans* seguido por *Q. laurina* y en menos abundancia en *Q. rugosa*.

Los compuestos identificados fueron los ácidos fenólicos, flavonoides y taninos hidrolizables, en todos los extractos de las diferentes muestras de las tres especies de *Quercus* para la caracterización de los compuestos fueron los que se observan en las siguientes tablas donde se muestran el nombre del compuesto como su tiempo de terencion (tr) y su transición.

Compuestos identificados en las diferentes partes de las tres especies de Quercus

Tabla 1. Ácidos fenólicos (Ácidos hidroxibenzoicos)

Compuesto	tr (min)	transiciones
Ácido Benzoico	7.69	121.1>77.06
Ácido 4 Hidroxibenzoico	4.38	137.04>93.05
Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	4.09	153.15>108.92
2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	6.26	153.15>153.52
Ácido Protocatecoico	3.14	153.15>109.05
Ácido Vanílico	4.88	167.18>123.09
Ácido Gálico	1.64	169.15>125.05
Ácido Shikimico	0.7	173.18>111.07
Ácido Siringico	5.06	197.21>153.11

Tabla 2. Ácidos hidroxicinámicos

Compuesto	tr (min)	transiciones
Ácido Trans-Cinamico	8.79	147.17>103.08
Ácido Coumarico	6.28	163.24>119.08
Ácido Cafeico	4.89	179.19>135.08
Ácido Quínico	1.03	191.2>85.06
Ácido Ferúlico	6.63	193.24>134.04
Ácido Sinapico	6.57	223.24>149.04
Ácido Caftarico	3.38	311.27>149.05
Ácido 4-O-Cafeoilquinico	4.55	353.3>173.01
Ácido Clorogénico	4.35	353.34>191.06

Ácido Rosmarínico	7.74	359.28>161.04
-------------------	------	---------------

## Flavonoides

Tabla 3. Flavona

Compuesto	tr (min)	transiciones
Apigenina	8.85	269.27>117.04
Acacetina	9.86	283.23> 268.1
Luteolina	8.47	285.21>133.04

Tabla 4. Flavanonas

Compuesto	tr (min)	transiciones
Naringina	7.46	579.32>151.02
Neohesperidina	8.08	609.4>301.15

Tabla 5. Dihidrochalconas

Compuesto	tr (min)	transiciones
Floretina	8.94	273.23>167.03
Floridzina	8.04	471.34>273.15

Tabla 6. Flavanoles

Compuesto	tr (min)	transiciones
Naringenina	8.95	271.28>119.06

Tabla 7. Flavonoles

Compuesto	tr (min)	transiciones
Quercetina	8.45	301.2>151.02
Miricetina	8.17	317.21>151.03
Kaempferol 3-O-Glucosido	7.25	447.3>284.24
Quercetina Glucuronido	6.51	477.26>301.1
Rutina	6.29	609.28>300.24
Quercetina 3-O-Glucosido	6.54	463.36>300.42
Catequina	4.43	289.3>125.49
Epicatequina	5.1	289.24>245.12
Galocatequina	2.85	305.3>125.02
Epicatequina galato	6.69	441.27>169.04
Galocatequina galato	5.16	457.37>125.09
Procianidina B2	3.91	577.44>289.18

## Taninos

Tabla 8. Taninos hidrolizables

Compuesto	tr (min)	transiciones
Ácido elágico	6.26	301>229
Vescalina	4.87	631>479
Castalina	5.37	631>479
Trigaloil hexosido	5	635>465
Pedunculagina	2.61	783>301
Digaloin hhdp hexosido	4.86	785>301
Tetragaloil hexosidol hexosido	6.2	787>635
Vescalagina	2.17	933>915
Castalagina	3.11	933>631
Casuarictina	3.07	935>633
Ácido elagico metil ester	7.69	315>300
Ácido elagico dimetil éter	9.18	329>229

### 8.1.1. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles metanólicos (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Los resultados que se presentan a continuación en la tabla 9 son los compuestos de ácidos fenólicos identificado para la corteza de las tres especies de encinos donde se pueden observar los compuestos de las diferentes especies y la diferencia química que existe entre ellas encontrándose en todos los extractos metanólicos los compuestos químicos con diferentes concentraciones en las distintas clasificaciones de compuestos polifenólicos en forma general. Comparando los compuestos obtenidos en este estudio con (Rocha, y otros, 2009), se encontraron que la mayoría de los compuestos químicos reportados para *Quercus resinosa leaves* son los mismos encontrados en *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*, en las siguientes tablas podemos encontrar los compuestos que corresponden a las partes del árbol analizadas, los fenoles identificados y los solventes con los que fue realizada la extracción, se observa en la tabla 9 el *Quercus rugosa* muestra mayor cantidad de compuestos que las otras dos especies en la parte de la corteza, en segundo lugar el *Quercus candicans* y por ultimo *Quercus laurina*.

Tabla 9. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en corteza

ÁCIDOS FENÓLICOS DE METANOL									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Acido Benzoico	121.1>77.06	7.72	0.3605±	0.0000	0.2440	0.0069	0.3087	0.0805
2	Acido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.48	0.0312	0.0030	0.0315	0.0015	0.0198	0.0030
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.63	0.0313	0.0023	0.0299	0.0012	0.0391	0.0139
4	Acido 2,5 Dihroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.74	0.0443	0.0107	0.0293	0.0136	0.0300	0.0088
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.6	0.0098	0.0025	0.0070	0.0000	0.0118	0.0041
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.17	0.3191	0.0168	0.1068	0.0025	0.1803	0.0477
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.29	0.0055	0.0001	0.0078	0.0045	0.0104	0.0018
8	Ácido Vanilico	167.18 > 123.09	4.91	0.1101	0.0328	0.1473	0.0083	0.0863	0.0481
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.65	1.5522	0.2331	1.9359	0.6198	1.3848	0.0764
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.29	0.4373	0.0107	0.0872	0.0076	1.5915	0.0861
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.94	0.0291	0.0024	0.0432	0.0044	0.0782	0.0310
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.02	24.9379	0.5578	13.9749	1.6203	33.6343	1.9106
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.65	0.0488	0.0027	0.0639	0.0094	0.0399	0.0105
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.08	0.0505	0.0060	0.0331	0.0120	0.0580	0.0100
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.5	0.0056	0.0075	0.0070	0.0018	0.0007	0.0000
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0247	0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.7	0.0003	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.41	0.0044	0.0001	0.0124	0.0014	0.0038	0.0014
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.72	0.0015	0.0001	0.0009	0.0011	0.0002	0.0001

En la tabla 10 se encuentran los compuestos de ácidos fenólicos de la zona de albura de la tres especies de encino estudiadas con el extracto metanólico, donde se identificaron compuestos como ácido benzoico, ácido vanílico, ácido quínico como los de mayor abundancia.

Tabla 10. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en albura

ACIDOS FENÓLICOS DE METANOL									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.89	0.3635	0.0937	0.2525	0.0340	0.1226	0.0936
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.39	0.0274	0.0058	0.0218	0.0028	0.0265	0.0020
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.67	0.0491	0.0095	0.0252	0.0149	0.0310	0.0138
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.98	0.0253	0.0051	0.0280	0.0030	0.0223	0.0019
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.31	0.0127	0.0014	0.0115	0.0050	0.0082	0.0025
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.2	0.0825	0.0232	0.0331	0.0066	0.0234	0.0045
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.33	0.0081	0.0004	0.0077	0.0004	0.0022	0.0013
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.94	0.1608	0.0317	0.1305	0.0169	0.1018	0.0153
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.67	0.5117	0.0660	0.8544	0.1036	0.9489	0.0520
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.28	0.2595	0.0227	0.0617	0.0168	0.6005	0.0911
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.92	0.0022	0.0000	0.0062	0.0037	0.0007	0.0006
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.02	2.1041	0.2385	0.8564	0.0058	1.0533	0.0582
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.65	0.0070	0.0020	0.0074	0.0025	0.0046	0.0016
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.09	0.1413	0.0293	0.1090	0.0170	0.0843	0.0118
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.25	0.0099	0.0134	0.0222	0.0064	0.0028	0.0027
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.67	0.0095	0.0057	0.0034	0.0000	0.0034	0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.66	0.0038	0.0004	0.0005	0.0003	0.0017	0.0000
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.38	0.0091	0.0032	0.0253	0.0000	0.0072	0.0013
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.74	0.0460	0.0457	0.0005	0.0006	0.0042	0.0006

En la tabla 12 se encuentran los ácidos fenólicos de extracto metanólicos del duramen de las tres especies de encinos, los cuales arrojan como compuesto mayoritario el ácido gálico en las tres especies, teniendo mayor abundancia el *Quercus laurina*, siguiendo *Quercus rugosa* y finalmente *Quercus candicans*.

Tabla 11. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto metanólico en duramen

ACIDOS FENÓLICOS DE METANOL								
DURAMEN			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.81	0.1738	0.1935	0.3765	0.1276	0.1842 0.1603
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.47	0.0329	0.0000	0.0276	0.0086	0.0258 0.0035
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.62	0.0231	0.0133	0.0406	0.0202	0.0148 0.0088
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.99	0.0275	0.0192	0.2121	0.0180	0.0374 0.0191
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.23	0.0082	0.0016	0.0080	0.0025	0.0089 0.0008
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.15	0.1294	0.0180	0.0510	0.0103	0.0185 0.0025
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.29	0.0050	0.0038	0.0195	0.0068	0.0022 0.0010
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.9	0.1552	0.0108	0.1897	0.0512	0.1076 0.0411
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.66	2.9492	0.0981	17.4991	0.0466	6.2252 0.5757
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	0.81	0.1933	0.2357	0.1163	0.0266	0.2223 0.3031
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.92	0.0024	0.0011	0.0328	0.0001	0.0044 0.0020
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.03	0.8863	0.1398	0.5675	0.0706	0.7378 0.0964
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.67	0.0106	0.0032	0.0348	0.0045	0.0149 0.0054
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.07	0.2148	0.0112	0.1857	0.0064	0.1310 0.0028
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.6	0.0036	0.0043	0.0097	0.0049	0.0194 0.0020
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.7	0.0019	0.0025	0.0073	0.0098	0.0000 0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.65	0.0002	0.0001	0.0008	0.0001	0.0005 0.0003
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.42	0.0040	0.0010	0.0093	0.0021	0.0045 0.0001
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.73	0.0005	0.0003	0.0007	0.0000	0.0022 0.0012

8.1.2. Compuestos identificados flavonoides en los extraíbles metanólicos (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Para los Flavonoides obtenidos con el mismo solvente en la corteza de las tres especies, podemos observar en la tabla 12 el compuesto químico con mayor abundancia en es la catequina principalmente en *Quercus candicans*, segundo *Quercus laurina* y en tercer lugar *Quercus rugosa*, también la galocatequina se mostró con abundancia en las tres especies pero principalmente en *Quercus laurina* y *Quercus rugosa*.

Tabla 12. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en corteza

FLAVONOIDES DE METANOL									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.0006	0.0005	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.0013	0.0016	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0003	0.0003	0.0005	0.0001	0.0128	0.0011
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000	0.0008	0.0007
±7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	8.6179	1.1558	3.3236	0.6180	1.9398	0.6170
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1287	0.0000
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.0018	0.0004	0.0014	0.0009	0.0012	0.0016
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	1.6837	0.2968	6.5602	0.3627	4.9317	1.0868
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.0525	0.0000	0.0510	0.0601	0.1158	0.1403
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.0762	0.0016	0.0510	0.0011	0.0275	0.0090
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.1446	0.0547	0.1836	0.0821	0.1216	0.0260
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0073	0.0000	0.0073	0.0080	0.0086	0.0103
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.0033	0.0023	0.0058	0.0039	0.0072	0.0033
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.0239	0.0035	0.0437	0.0067	0.1407	0.0049
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.0004	0.0000	0.0010	0.0014	0.0084	0.0067
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	1.1915	0.2195	0.2366	0.0340	0.1989	0.0033
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0046	0.0011	0.0023	0.0007	0.0014	0.0007
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0009	0.0011	0.0000	0.0000	0.0008	0.0006

A continuación se encuentran los resultados obtenidos para el análisis químico de los extractos metanólicos de la albura de las tres especies estudiadas donde el compuesto principal es la catequina, la catequina es un antioxidante polifenólico, de tipo flavonoide con actividad antioxidante, los demás compuestos con menos proporción de observan en la tabla 13.

Tabla 13. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en albura

FLAVONOIDES DE METANOL									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.0016	0.0020	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.0086	0.0006	0.0809	0.0779	0.0002	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0010	0.0013	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0003	0.0003	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.0048	0.0024	0.0000	0.0000	0.0012	0.0004
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	2.8005	0.7686	2.8956	0.4351	0.0000	0.0000
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0260	0.0264
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.0059	0.0049	0.0010	0.0008	0.0010	0.0004
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.0093	0.0119	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.2438	0.0000	0.2028	0.2819	0.0000	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.0442	0.0061	0.0279	0.0007	0.0002	0.0001
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.13515	0.1488	0.09415	0.0312	0.0832	0.0000
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.0059	0.0007	0.0061	0.0001	0.0040	0.0035
16	Flordzina	471.34 > 273.15	8.02	0.0652	0.0000	0.0443	0.0077	0.0000	0.0000
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.0013	0.0000	0.0003	0.0004	0.0017	0.0004
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.5887	0.0798	0.4027	0.0213	0.0009	0.0000
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0008	0.0009	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0120	0.0091	0.0021	0.0002	0.0075	0.0026
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0016	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos para identificación de los compuestos de tipo flavonoides en extracto metanólico en el duramen de las tres especies donde se observa la catequina como el más abundante al igual que en las muestras anteriores principalmente en el *Quercus candicans*, seguido de *Q. laurina*, y se identifica la procianidina B2 en las mismas dos especies.

Tabla 14. Compuestos de flavonoides identificados en extracto metanólico en duramen

FLAVONOIDES DE METANOL						
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>	<i>Q. laurina</i>	<i>Q. rugosa</i>
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL	ng/μL	ng/μL
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.000 0.0000	0.000 0.0001	0.000 0.0001
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.036 0.0234	0.002 0.0021	0.000 0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.002 0.0010	0.003 0.0004	0.000 0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.000 0.0001	0.000 0.0000	0.000 0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.001 0.0001	0.000 0.0000	0.000 0.0000
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	1.007 0.2017	0.652 0.0668	0.000 0.0000
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.000 0.0000	0.000 0.0000	0.018 0.0000
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.006 0.0001	0.004 0.0006	0.003 0.0034
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.000 0.0000	0.008 0.0000	0.000 0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.007 0.0000	0.012 0.0038	0.000 0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.032 0.0028	0.034 0.0088	0.001 0.0004
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.000 0.0000	0.139 0.0000	0.012 0.0126
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.000 0.0000	0.000 0.0000	0.000 0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.005 0.0015	0.002 0.0014	0.004 0.0040
16	Flordizina	471.34 > 273.15	8.02	0.021 0.0001	0.024 0.0110	0.001 0.0019
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.000 0.0000	0.002 0.0017	0.008 0.0080
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.416 0.0429	0.187 0.0264	0.000 0.0000
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.000 0.0000	0.001 0.0000	0.000 0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.004 0.0004	0.002 0.0001	0.006 0.0001
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.000 0.0000	0.000 0.0000	0.002 0.0011

8.1.3. Compuestos identificados de taninos hidrolizables en los extraíbles metanólicos (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Los taninos hidrolizables identificados para la parte de corteza con metanol, se muestran en la tabla 15, los compuestos mayoritarios se presentan en la especie de *Q. rugosa* y *Q. laurina* teniendo el ácido gálico, el trigaliol hexosido, Digaloin hhdp hexosido, la catalagina y el Ácido elágico metil ester, principalmente.

Tabla 15. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en corteza

TANINOS HIDROLIZABLES DE METANOL									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elagico	301 > 229	6.29	0.341	0.475	3.857	0.005	38.533	0.610
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.005	0.008	0.009	0.010	0.010	0.004
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.021	0.004	0.010	0.012	0.015	0.005
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	13.439	1.030	68.666	97.109	66.497	10.388
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	1.653	0.084	11.563	0.136	2.248	0.565
6	Digaloin hhdp hexosido	785 > 301	4.85	0.323	0.022	9.180	0.459	22.195	0.967
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	0.191	0.119	7.496	1.473	6.681	0.381
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	0.170	0.147	35.065	3.928	8.229	1.826
9	Castalagina	933 > 631	3.06	2.511	0.152	35.514	4.427	35.078	4.235
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	0.053	0.072	2.042	0.310	2.720	0.368
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	1.594	0.421	2.385	0.485	29.230	3.183
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	3.607	0.371	8.561	0.357	7.669	0.118

En la tabla 16 se muestran los compuestos químicos encontrados, como taninos hidrolizables para la albura de los extractos obtenidos con metanol, determinando que los mayoritarios aparecen en la especie de *Q. rugosa*, en segundo lugar en *Q. candicans*.

Tabla 16. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en albura

TANINOS HIDROLIZABLES DE METANOL									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	10.337	0.507	0.789	0.585	14.234	0.003
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.088	0.082	0.000	0.000	0.440	0.022
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.205	0.065	0.034	0.016	1.900	0.273
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	297.904	1.147	27.009	1.095	36.316	3.632
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	0.220	0.263	6.511	0.068	1.432	0.351
6	Digaloin hhdp hexosido	785 > 301	4.85	19.173	2.109	1.929	0.326	2.018	0.011
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	79.866	2.391	7.036	1.356	4.422	0.669
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	0.671	0.129	0.431	0.034	2.970	0.295
9	Castalagina	933 > 631	3.06	2.455	0.004	1.028	0.230	12.839	0.951
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	0.030	0.007	0.000	0.000	0.665	0.274
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	8.208	1.660	1.430	0.304	31.941	1.148
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	11.691	1.068	2.388	0.032	9.218	1.297

Los compuestos presentes en el duramen con extracto metanólico para los taninos hidrolizables,

Tabla 17. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto metanólico en duramen

TANINOS HIDROLIZABLES DE METANOL									
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	16.649	13.058	29.032	27.797	50.859	20.412
2	Vecalina	631 > 479	4.97	0.005	0.002	0.472	0.665	0.463	0.626
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.072	0.061	1.497	2.061	1.199	1.655
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	148.130	50.114	139.402	80.776	69.857	32.725
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	6.726	8.787	8.292	7.258	2.415	1.301
6	Digaloin hhdh hexosido	785 > 301	4.85	14.067	1.041	8.506	5.058	16.738	19.928
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	18.465	10.529	12.659	1.498	8.249	1.653
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	7.889	11.157	13.216	12.058	4.260	1.562
9	Castalagina	933 > 631	3.06	17.510	22.921	22.893	19.528	33.008	24.207
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	1.047	1.471	1.769	0.870	2.139	2.074
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	12.325	13.190	29.008	35.605	61.221	24.555
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	10.338	1.828	11.128	1.851	8.476	2.676

En las tablas de 18 a 35 podemos encontrar los compuestos químicos identificados para los solventes acetónicos y los obtenidos por infusiones acuosas de las tres especies de encinos los cuales se están señalados como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos hidrolizables.

8.1.2. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles acetónicos (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Tabla 18. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en corteza

ÁCIDOS FENÓLICOS DE ACETONA								
CORTEZA			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.85	0.2741	0.0092	0.3363	0.0446	0.3797 0.0706
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.42	0.0288	0.0028	0.0203	0.0005	0.0241 0.0000
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.95	0.0375	0.0212	0.0136	0.0117	0.0368 0.0136
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	4.32	0.0300	0.0310	0.0470	0.0024	0.0669 0.0000
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.59	0.0093	0.0000	0.0108	0.0046	0.0115 0.0026
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.14	0.3790	0.0024	0.0838	0.0051	0.1668 0.0481
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.29	0.0061	0.0029	0.0062	0.0010	0.0072 0.0023
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.87	0.1063	0.0271	0.1138	0.0061	0.0809 0.0072
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.62	0.7319	0.0950	1.2724	0.2319	1.4113 0.4982
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.05	2.8969	2.4352	0.1865	0.0148	0.4579 0.0860
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.9	0.0307	0.0154	0.0426	0.0001	0.0710 0.0350
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.02	29.2031	4.3322	15.3673	2.8156	42.9660 8.9725
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.62	0.0550	0.0058	0.0627	0.0018	0.0486 0.0023
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.06	0.0543	0.0040	0.0304	0.0016	0.0675 0.0257
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.6	0.0090	0.0125	0.0009	0.0000	0.0047 0.0060
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.39	0.0031	0.0038	0.0055	0.0000	0.0035 0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.34	0.0032	0.0021	0.0009	0.0006	0.0003 0.0001
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.34	0.8634	0.7330	0.0606	0.0269	0.0546 0.0182
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.73	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004 0.0001

Tabla 19. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en albura

ÁCIDOS FENÓLICOS DE ACETONA								
ALBURA			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.7	0.2833	0.0100	0.3117	0.0244	0.3344 0.0456
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.81	0.0279	0.0044	0.0245	0.0000	0.0188 0.0018
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.65	0.0278	0.0038	0.0298	0.0240	0.0108 0.0020
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	4.25	0.0418	0.0139	0.0388	0.0052	0.0212 0.0265
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.3	0.0084	0.0001	0.0077	0.0003	0.0084 0.0026
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.13	0.0620	0.0129	0.0353	0.0116	0.0200 0.0015
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.28	0.0052	0.0011	0.0100	0.0028	0.0012 0.0006
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.89	0.1740	0.0090	0.1702	0.0281	0.1016 0.0126
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.63	0.5080	0.0193	0.7211	0.0222	0.6994 0.0885
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.17	0.1919	0.0120	0.1255	0.0301	0.3760 0.0155
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.92	0.0023	0.0003	0.0048	0.0004	0.0032 0.0012
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.03	3.8046	2.3845	1.0173	0.2698	1.3560 0.0236
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.62	0.0094	0.0035	0.0103	0.0007	0.0085 0.0016
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.05	0.1288	0.0130	0.1091	0.0120	0.0910 0.0154
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.57	0.0162	0.0204	0.0055	0.0008	0.0149 0.0131
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.5	0.0294	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.56	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0002 0.0001
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.36	0.0480	0.0048	0.0648	0.0408	0.0208 0.0056
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.69	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000 0.0000

Tabla 20. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto acetona en duramen

ÁCIDOS FENÓLICOS DE ACETONA								
DURAMEN			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.81	0.2543	0.0707	0.1719	0.1238	0.1829 0.0110
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.57	0.0208	0.0030	0.0261	0.0026	0.0174 0.0118
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.78	0.0323	0.0235	0.0461	0.0146	0.0273 0.0291
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	4.07	0.0519	0.0157	0.2578	0.0600	0.0342 0.0107
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.07	0.0068	0.0004	0.0089	0.0009	0.0089 0.0008
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.13	0.1024	0.0262	0.0643	0.0039	0.0207 0.0007
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.27	0.0034	0.0016	0.0198	0.0039	0.0024 0.0011
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.89	0.1479	0.0075	0.2192	0.0577	0.1108 0.0327
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.62	2.0283	0.0302	13.5944	0.2042	4.3869 0.4068
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.16	0.2896	0.0198	0.2424	0.0791	0.1877 0.0155
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.9	0.0043	0.0025	0.0341	0.0062	0.0048 0.0013
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.03	1.4527	0.2127	0.9905	0.0130	0.8270 0.0918
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.63	0.0129	0.0037	0.0369	0.0059	0.0166 0.0107
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.04	0.1933	0.0031	0.2045	0.0247	0.1248 0.0455
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.54	0.0035	0.0013	0.0136	0.0064	0.0023 0.0029
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.36	0.0007	0.0002	0.0011	0.0001	0.0001 0.0001
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.34	0.0976	0.0145	0.0372	0.0193	0.0472 0.0407
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.88	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003 0.0001

8.1.3. Compuestos identificados flavonoides en los extraíbles acetónicos (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Tabla 21. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en corteza

FLAVONOIDES DE ACETONA									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	7.07E-05
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.0152	0.0000	0.0013	0.0011	0.0028	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0005	0.0004	0.0009	0.0006	0.0180	0.0045
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.0028	0.0008	0.0004	0.0001	0.0010	0.0008
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	7.2153	0.8831	3.2639	0.7087	2.0106	0.2553
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.0235	0.0163	0.0065	0.0021	0.0049	0.0018
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	1.0065	0.1061	4.4052	0.2280	4.7387	1.1851
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.0046	0.0000	0.0796	0.0000	0.0248	0.0203
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.2192	0.0502	0.0807	0.0044	0.0654	0.0035
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	7.4768	7.2840	0.5463	0.0738	1.0788	0.0750
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0105	0.0139	0.0194	0.0120	0.0186	0.0253
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.1910	0.1834	0.0117	0.0001	0.0098	0.0018
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.0215	0.0001	0.0579	0.0001	0.2200	0.0633
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.2370	0.2570	0.0024	0.0031	0.0049	0.0000
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	1.2148	0.2198	0.1863	0.0112	0.2707	0.0223
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0119	0.0070	0.0012	0.0000	0.0033	0.0008
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0173	0.0240	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004

Tabla 22. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en albura

FLAVONOIDES DE ACETONA									
ALBURA			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>		
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.000	0.0001	0.001	0.0017	0.000	0.0002
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.045	0.0431	0.199	0.0188	0.000	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.001	0.0010	0.002	0.0011	0.000	0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.004	0.0004	0.001	0.0009	0.000	0.0000
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	2.873	0.2834	2.812	0.0501	0.253	0.0721
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.114	0.0000	0.123	0.0000	0.932	0.2271
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.005	0.0053	0.010	0.0011	0.002	0.0008
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.302	0.0000	0.023	0.0316	0.000	0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.247	0.0000	0.055	0.0000	0.000	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.087	0.0016	0.043	0.0175	0.009	0.0020
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.108	0.0631	0.461	0.4424	0.158	0.0219
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.001	0.0000	0.004	0.0000	0.001	0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.012	0.0006	0.015	0.0115	0.016	0.0015
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.067	0.0141	0.043	0.0023	0.000	0.0000
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.007	0.0053	0.015	0.0119	0.004	0.0051
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.499	0.0904	0.385	0.0489	0.028	0.0214
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.000	0.0000	0.000	0.0003	0.001	0.0003
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.001	0.0008	0.002	0.0008	0.004	0.0015
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.001	0.0009	0.001	0.0008	0.000	0.0006

Tabla 23. Compuestos de flavonoides identificados en extracto acetona en duramen

FLAVONOIDES DE ACETONA									
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.0349	0.0223	0.0354	0.0110	0.0055	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0012	0.0006	0.0031	0.0011	0.0000	0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0003	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.0026	0.0008	0.3651	0.5155	0.0011	0.0013
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	1.3995	0.0643	1.1290	0.2563	0.3175	0.2739
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0400	0.0000	0.0000	0.0000	2.2476	2.5489
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.0062	0.0008	0.0098	0.0032	0.0021	0.0018
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.0059	0.0000	0.0994	0.0901	0.0000	0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.0000	0.0000	0.0557	0.0581	0.1837	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.0793	0.0182	0.0528	0.0120	0.0130	0.0047
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.5963	0.0233	0.3789	0.0758	0.2581	0.3624
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0043	0.0017	0.0023	0.0026	0.0002	0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.0202	0.0025	0.0162	0.0127	0.0268	0.0198
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.0289	0.0006	0.0282	0.0057	0.0000	0.0000
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.0080	0.0054	0.0021	0.0006	0.0110	0.0079
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.3658	0.0288	0.1406	0.0199	0.0252	0.0289
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0050	0.0035	0.0028	0.0011	0.0038	0.0008
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0013	0.0008	0.0004	0.0004	0.0010	0.0007

8.1.6. Compuestos identificados taninos hidrolizables en los extraíbles acetónico (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Tabla 24. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en corteza

TANINOS HIDROLIZABLES DE ACETONA									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	3.564	1.199	19.998	4.131	2.930	0.479
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.004	0.002	0.015	0.015	0.130	0.020
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.402	0.057	0.008	0.010	1.152	0.183
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	5.866	2.921	90.681	14.254	10.633	3.825
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	0.104	0.103	0.450	0.119	0.060	0.021
6	Digaloin hhdh hexosido	785 > 301	4.85	0.254	0.012	10.438	2.779	0.470	0.160
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	0.908	0.980	18.022	1.935	1.504	0.423
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	0.214	0.093	0.247	0.086	0.244	0.063
9	Castalagina	933 > 631	3.06	2.886	0.949	1.159	0.377	1.348	0.261
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	0.015	0.007	0.009	0.012	0.025	0.028
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	9.171	0.268	14.735	2.009	6.484	1.480
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	3.365	0.253	11.847	0.377	4.315	0.089

Tabla 25. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en albura

TANINOS HIDROLIZABLES DE ACETONA									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	0.962	1.256	6.114	1.770	23.085	3.956
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.005	0.007	0.020	0.011	0.004	0.001
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.046	0.024	0.444	0.001	0.097	0.026
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	21.771	1.504	7.662	2.092	104.724	11.272
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	1.950	0.013	0.069	0.023	0.440	0.102
6	Digaloin hhdh hexosido	785 > 301	4.85	0.749	0.220	0.673	0.741	11.585	2.469
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	1.605	0.483	0.381	0.036	23.662	3.179
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	0.127	0.180	0.260	0.304	0.232	0.328
9	Castalagina	933 > 631	3.06	2.309	0.432	3.671	1.006	1.236	0.093
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	0.004	0.002	0.022	0.003	0.029	0.032
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	5.169	0.297	15.670	2.374	20.607	1.479
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	3.942	0.164	3.598	0.167	10.533	1.552

Tabla 26. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto acetona en duramen

TANINOS HIDROLIZABLES DE ACETONA									
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	45.544	57.598	9.306	9.715	12.728	10.283
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.083	0.117	0.023	0.022	0.097	0.100
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.173	0.219	0.276	0.253	0.794	0.611
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	69.476	50.712	200.230	237.905	218.855	264.068
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	5.888	3.982	3.908	4.435	0.098	0.090
6	Digaloin hhdh hexosido	785 > 301	4.85	19.998	24.938	13.575	14.520	12.998	16.518
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	10.123	1.120	56.981	65.253	56.218	66.124
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	3.917	4.930	1.022	0.464	0.355	0.140
9	Castalagina	933 > 631	3.06	26.991	36.849	2.275	0.775	1.980	0.332
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	2.106	2.975	0.038	0.019	0.004	0.004
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	30.235	37.101	8.258	8.107	14.094	1.114
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	5.178	3.613	6.577	6.137	8.980	6.435

8.1.4. Compuestos identificados fenólicos en los extraíbles con infusión acuosa (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Los resultados de las infusiones al 1% las podemos visualizar en la tabla 4, de forma general tenemos en primer lugar a los flavonoides con un contenido total de 59.98 en el extracto de albura de *Q. candicans*, seguido por los extractos de duramen de *Q. laurina* y *rugosa* con 29.41 y 28.52 contenido total de elagitaninos, para finalizar tenemos los resultados totales de los ácidos fenólicos con 7.21 en corteza de *Q. rugosa*.

En los compuestos bien identificados encontramos en primer lugar a los ácidos fenólicos divididos en ácidos hidroxibenzoicos.

Tabla 27. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en corteza

ÁCIDOS FENOLICOS DE INFUSIÓN									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Transiciones	tr (min)	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.72	0.2440	0.0000	0.3087	0.0805	0.0000	0.0000
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.48	0.0315	0.0015	0.0198	0.0030	0.2741	0.0092
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.63	0.0299	0.0012	0.0391	0.0139	0.0288	0.0028
4	Acido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.74	0.0293	0.0136	0.0300	0.0088	0.0375	0.0212
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.6	0.0070	0.0000	0.0118	0.0000	0.0300	0.0310
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.17	0.1068	0.0025	0.1803	0.0477	0.0093	0.0000
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.29	0.0078	0.0045	0.0104	0.0018	0.3790	0.0024
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.91	0.1473	0.0083	0.0863	0.0481	0.0061	0.0029
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.65	1.9359	0.6198	1.3848	0.0764	0.1063	0.0271
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.29	0.0872	0.0076	1.5915	0.0861	0.7319	0.0950
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.94	0.0432	0.0044	0.0782	0.0310	2.8969	2.4352
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.02	13.9749	1.6203	33.6343	1.9106	0.0307	0.0154
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.65	0.0639	0.0094	0.0399	0.0105	29.2031	4.3322
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.08	0.0331	0.0120	0.0580	0.0100	0.0550	0.0058
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.5	0.0070	0.0018	0.0007	0.0000	0.0543	0.0000
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0000
17	Acido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0031	0.0038
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.41	0.0124	0.0014	0.0038	0.0014	0.0032	0.0021
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.72	0.0009	0.0011	0.0002	0.0001	0.8634	0.7330

Tabla 28. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en albura

ÁCIDOS FENOLICOS DE INFUSIÓN									
ALBURA			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>		
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.89	0.027	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.39	0.031	0.014	0.283	0.010	0.312	0.024
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.67	0.022	0.002	0.028	0.004	0.025	0.000
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.98	0.008	0.003	0.028	0.004	0.030	0.024
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.31	0.023	0.005	0.042	0.014	0.039	0.005
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.2	0.002	0.001	0.008	0.000	0.008	0.000
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.33	0.102	0.015	0.062	0.013	0.035	0.012
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.94	0.949	0.052	0.005	0.001	0.010	0.003
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.67	0.601	0.091	0.174	0.009	0.170	0.028
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	1.28	0.001	0.001	0.508	0.019	0.721	0.022
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.92	1.053	0.000	0.192	0.012	0.126	0.030
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.02	0.005	0.002	0.002	0.000	0.005	0.000
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.65	0.084	0.012	3.805	2.385	1.017	0.270
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.09	0.003	0.003	0.009	0.004	0.010	0.001
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.25	0.003	0.000	0.129	0.013	0.109	0.012
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.67	0.002	0.000	0.016	0.000	0.006	0.000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.66	0.007	0.001	0.029	0.000	0.000	0.000
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.38	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.74	0.000	0.000	0.048	0.005	0.065	0.041

Tabla 29. Compuestos de ácidos fenólicos identificados en extracto de infusión en duramen

ÁCIDOS FENOLICOS DE INFUSIÓN									
DURAMEN			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>		
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido Benzoico	121.1>77.06	7.81	0.3765	0.1276	0.0258	0.0035	0.2543	0.0707
2	Ácido 4 Hidroxibenzoico	137.04 > 93.05	4.47	0.0276	0.0000	0.0148	0.0088	0.0208	0.0030
3	Ácido Trans-Cinamico	147.17 > 103.08	8.62	0.0406	0.0202	0.0374	0.0191	0.0323	0.0235
4	Ácido 2,5 Dihidroxibenzoico	153.15 > 108.92	3.99	0.2121	0.0180	0.0089	0.0008	0.0519	0.0157
5	2,4,6 Trihidroxibenzaldehido	153.15 > 153.52	6.23	0.0080	0.0025	0.0185	0.0025	0.0068	0.0004
6	Ácido Protocatecoico	153.15 > 109.05	3.15	0.0510	0.0103	0.0022	0.0010	0.1024	0.0262
7	Ácido Coumarico	163.24 > 119.08	6.29	0.0195	0.0068	0.1076	0.0411	0.0034	0.0016
8	Ácido Vanílico	167.18 > 123.09	4.9	0.1897	0.0512	6.2252	0.5757	0.1479	0.0075
9	Ácido Gálico	169.15 > 125.05	1.66	17.4991	0.0466	0.2223	0.3031	2.0283	0.0302
10	Ácido Shikimico	173.18 > 111.07	0.81	0.1163	0.0266	0.0044	0.0020	0.2896	0.0198
11	Ácido Cafeico	179.19 > 135.08	4.92	0.0328	0.0001	0.7378	0.0964	0.0043	0.0025
12	Ácido Quínico	191.2 > 85.06	1.03	0.5675	0.0706	0.0149	0.0054	1.4527	0.2127
13	Ácido Ferúlico	193.24 > 134.04	6.67	0.0348	0.0045	0.1310	0.0028	0.0129	0.0037
14	Ácido Siringico	197.21 > 153.11	5.07	0.1857	0.0064	0.0194	0.0020	0.1933	0.0031
15	Ácido Sinapico	223.24 > 149.04	6.6	0.0097	0.0049	0.0000	0.0000	0.0035	0.0013
16	Ácido Caftarico	311.27 > 149.05	3.7	0.0073	0.0098	0.0005	0.0003	0.0000	0.0000
17	Ácido 4-O-Cafeoilquinico	353.3 > 173.01	4.65	0.0008	0.0001	0.0045	0.0001	0.0007	0.0002
18	Ácido Clorogenico	353.34 > 191.06	4.42	0.0093	0.0021	0.0022	0.0012	0.0976	0.0145
19	Ácido Rosmarinico	359.28 > 161.04	7.73	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

8.1.5. Compuestos identificados flavonoides en los extraíbles con infusión acuosa (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Tabla 30. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en corteza

FLAVONOIDES DE INFUSIÓN									
CORTEZA			<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>		
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27 > 117.04	8.91	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0013	0.0011
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0128	0.0011	0.0152	0.0000	0.0009	0.0006
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0001	0.0000	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.0008	0.0007	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	1.9398	0.6170	0.0000	0.0000	3.2639	0.7087
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.0012	0.0016	0.0000	0.0000	0.0065	0.0021
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	4.9317	1.0868	0.0235	0.0163	4.4052	0.2280
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.1158	0.0000	1.0065	0.1061	0.0796	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.0275	0.0090	0.0046	0.0000	0.0807	0.0044
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.1216	0.0260	0.2192	0.0502	0.5463	0.0738
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0086	0.0000	7.4768	7.2840	0.0194	0.0120
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.0072	0.0033	0.0105	0.0139	0.0117	0.0001
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.1407	0.0049	0.1910	0.1834	0.0579	0.0001
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.0084	0.0000	0.0215	0.0001	0.0024	0.0031
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.1989	0.0033	0.2370	0.2570	0.1863	0.0112
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0000	0.0000	1.2148	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0014	0.0007	0.0012	0.0000	0.0012	0.0000
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0008	0.0006	0.0119	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 31. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en albura

FLAVONOIDES DE INFUSIÓN									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27>117.04	8.91	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.00000	0.0000
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.08085	0.0779	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000	0.0454	0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.0006	0.0000	0.000	0.0000	0.0009	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.000	0.0000	0.0012	0.0004	0.000000	0.0000
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	2.89555	0.4351	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8732	0.2834
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.001	0.0008	0.0010	0.0004	0.1142	0.0000
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.2028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.0279	0.0007	0.0002	0.0001	0.2473	0.0000
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.09415	0.0312	0.0832	0.0000	0.0866	0.0000
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.0061	0.0001	0.0040	0.0035	0.0006	0.0000
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.0443	0.0000	0.0000	0.0000	0.0116	0.0000
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.0003	0.0000	0.0017	0.0004	0.0665	0.0141
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.4027	0.0213	0.0009	0.0000	0.0071	0.0000
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.0021	0.0002	0.0075	0.0026	0.0004	0.0000
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0011	0.0008

Tabla 32. Compuestos de flavonoides identificados en extracto de infusión en duramen

FLAVONOIDES DE INFUSIÓN									
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Apigenina	269.27 > 117.04	8.91	0.000	0.0000	0.000	0.0001	0.000	0.0000
2	Naringenina	271.28 > 119.06	9.05	0.000	0.0001	0.000	0.0000	0.000	0.0000
3	Floretina	273.23 > 167.03	8.93	0.002	0.0021	0.000	0.0000	0.000	0.0000
4	Acacetina	283.23 > 268.1	9.95	0.003	0.0004	0.000	0.0000	0.035	0.0000
5	Luteolina	285.21 > 133.04	8.55	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
7	Catequina	289.3 > 125.49	4.37	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
8	Epicatequina	289.24 > 245.12	5.13	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
9	Quercetina	301.2 > 151.02	8.51	0.000	0.0000	0.003	0.0034	1.399	0.0643
10	Galocatequina	305.3 > 125.02	2.5	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
11	Miricetina	317.21 > 151.03	8.48	0.008	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
12	Epicatequina galato	441.27 > 169.04	6.65	0.012	0.0038	0.001	0.0004	0.006	0.0000
13	Kaempferol 3-O-Glucosido	447.3 > 284.24	7.31	0.000	0.0000	0.012	0.0000	0.000	0.0000
14	Galocatequina galato	457.37 > 125.09	5.2	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.079	0.0000
15	Quercetina 3-O-Glucosido	463.36 > 300.42	6.52	0.000	0.0000	0.004	0.0040	0.596	0.0233
16	Floridzina	471.34 > 273.15	8.02	0.002	0.0014	0.001	0.0019	0.004	0.0017
17	Quercetina Glucuronido	477.26 > 301.1	6.95	0.024	0.0000	0.008	0.0080	0.020	0.0025
18	Procianidina B2	577.44 > 289.18	3.83	0.002	0.0017	0.000	0.0000	0.000	0.0000
19	Naringina	579.32 > 151.02	7.97	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
20	Rutina	609.28 > 300.24	6.32	0.001	0.0000	0.006	0.0001	0.366	0.0288
21	Neohesperidina	609.4 > 301.15	7.69	0.002	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000

8.1.6. Compuestos identificados taninos hidrolizables en los extraíbles con infusión acuosa (*Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*)

Tabla 33. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en corteza

TANINOS HIDROLIZABLES DEINFUSIÓN									
CORTEZA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	3.857	0.005	38.533	0.610	0.000	0.000
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.009	0.010	0.010	0.004	3.564	1.199
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.010	0.012	0.015	0.005	0.004	0.002
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	68.666	97.109	66.497	10.388	0.402	0.057
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	11.563	0.136	2.248	0.565	5.866	2.921
6	Digaloin hhdp hexosido	785 > 301	4.85	9.180	0.459	22.195	0.967	0.104	0.103
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	7.496	1.473	6.681	0.381	0.254	0.012
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	35.065	3.928	8.229	1.826	0.908	0.980
9	Castalagina	933 > 631	3.06	35.514	4.427	35.078	4.235	0.214	0.093
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	2.042	0.310	2.720	0.368	2.886	0.949
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	2.385	0.485	29.230	3.183	0.015	0.007
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	8.561	0.357	7.669	0.118	9.171	0.268

Tabla 34. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en albura

TANINOS HIDROLIZABLES DE INFUSIÓN									
ALBURA				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	0.789	0.585	14.234	0.003	0.000	0.000
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.000	0.000	0.44	0.022	0.962	1.256
3	Castalina	631 > 479	5.22	0.034	0.016	1.9	0.273	0.005	0.007
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	27.009	1.095	36.316	3.632	0.046	0.024
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	6.511	0.068	1.432	0.351	21.771	1.504
6	Digaloin hhdp hexosido	785 > 301	4.85	1.929	0.326	2.018	0.011	1.95	0.013
7	Tetragaloil hexosidol	787 > 635	6.3	7.036	1.356	4.422	0.669	0.749	0.22
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	0.431	0.034	2.97	0.295	1.605	0.483
9	Castalagina	933 > 631	3.06	1.028	0.23	12.839	0.951	0.127	0.18
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	0.000	0.000	0.665	0.274	2.309	0.432
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	1.43	0.304	31.941	1.148	0.004	0.002
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	2.388	0.032	9.218	1.297	5.169	0.297

Tabla 35. Compuestos de taninos hidrolizables identificados en extracto de infusión en duramen

TANINOS HIDROLIZABLES DE INFUSIÓN									
DURAMEN				<i>Q. candicans</i>		<i>Q. laurina</i>		<i>Q. rugosa</i>	
#	Nombre	Trace	RT	ng/μL		ng/μL		ng/μL	
1	Ácido elágico	301 > 229	6.29	50.859	20.412	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Vescalina	631 > 479	4.97	0.463	0.626	45.544	57.598	9.306	9.715
3	Castalina	631 > 479	5.22	1.199	1.655	0.083	0.117	0.023	0.022
4	Trigaloil hexosido	635 > 465	4.98	69.857	32.725	0.173	0.219	0.276	0.253
5	Pedunculagina	783 > 301	2.6	2.415	1.301	69.476	50.712	200.230	237.905
6	Digaloin hhdp hexosido	785 > 301	4.85	16.738	19.928	5.888	3.982	3.908	4.435
7	Tetragaloil hexosidol hexosido	787 > 635	6.3	8.249	1.653	19.998	24.938	13.575	14.520
8	Vescalagina	933 > 915	2.16	4.260	1.562	10.123	1.120	56.981	65.253
9	Castalagina	933 > 631	3.06	33.008	24.207	3.917	4.930	1.022	0.464
10	Casuarictina	935 > 633	3.17	2.139	2.074	26.991	36.849	2.275	0.775
11	Ácido elágico metil ester	315 > 300	7.7	61.221	24.555	2.106	2.975	0.038	0.019
12	Ácido elágico dimetil eter	329 > 229	9.18	8.476	2.676	30.235	37.101	8.258	8.107

## 8.1.7. Fenoles Totales

**Técnicas espectrofotométricas**

A continuación se presenta la tabla 36 con los resultados obtenidos en la determinación de los fenoles totales que se determinaron bajo la técnica de Folin-Ciocalteu.

Tabla 36. Fenoles Totales, para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosa de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

Fenoles totales mg EAG g <sup>-1</sup>									
Extractos	QC	QL	QR	QC	QL	QR	QC	QL	QR
	Corteza			Duramen			Albura		
<b>Met</b>	41.60±4.49	53.01±0.09	60.59±0.36	40.89±2.93	54.30±3.20	75.30±3.75	53.72±0.73	51.97±2.47	55.27±1.83
<b>Ac</b>	70.44±5.86	60.00±1.92	92.67±2.29	53.20±1.28	68.23±2.19	82.10±0.54	47.50±2.38	56.44±2.19	55.79±5.31
<b>Inf</b>	8.35±0.73	9.97±1.00	29.74±2.01	10.49±0.64	14.84±0.91	51.39±3.84	5.63±2.01	4.60±0	15.09±0.73

La mayor cantidad de ácidos fenólicos en la caracterización de polifenoles se presentó en todos los extractos de las diferentes especies de *Quercus* y se muestra en el siguiente orden del extracto metanólico, de mayor a menor con respecto a las diferentes zonas del árbol; duramen, corteza y albura, en *Q. laurina* y *Q. rugosa*, en *Q. candicans* albura, corteza y duramen, en los extractos acetónicos el *Q. candicans* y *Q. rugosa* presentan mayor en corteza, duramen y finalmente albura y *Q. laurina* su mayor abundancia la presenta en duramen, menor el corteza y albura, para las infusiones se tienen en las tres especies siguiendo en orden descendente *Q. rugosa*, *Q. laurina* y *Q. candicans* siguiendo por orden de abundancia para las tres especies en duramen, corteza y finalmente albura.

A continuación se discuten los resultados de los fenoles totales en cada especie de *Quercus*.

Los resultados de fenoles totales en la primer especie *Quercus candicans* el extracto con mayor cantidad de fenoles fue el acetónico de corteza con 70.44 siguiendo el metanólico de albura 53.72 y finalmente el acuoso de duramen 10.49. Para la especie de *Q. laurina* los tres diferentes extractos se concentraron en el duramen, y el que presenta mayor valor es el acetónico con 68.23 siguiendo el metanólico y por último el acuoso con 14.84.

En la especie de *Q. rugosa* los resultados arrojan que los extractos se concentraron más en el acetónico de corteza siguiendo la secuencia duramen y albura del mismo extracto, el extracto metanólico de duramen es 75.30 posteriormente la corteza y la albura con 55.27, en el extracto acuoso la mayor presencia se observa en el duramen 51.39 en menor cantidad 29.74 y finalmente albura de dicha especie.

En general las especies y sus extractos mostraron comportamientos diferentes ya que las especies que más relación tiene entre si son *Q. candicans* y *Q. rugosa*, por la mayor cantidad de fenoles que se muestran en los extractos acetónicos y en segundo lugar los extractos acuosos, el *Q. laurina* y el *Q. rugosa* muestran una relación entre si ya que el *Q. candicans* y tiene concentrados los fenoles en todos los extractos de duramen y el *Q. rugosa* de igual manera tiene fenoles concentrados en los extractos de duramen excepto el extracto acetónico, siendo así el *Q. candicans* es el que muestra más diferencia en el comportamiento de los extractos.

En comparación con la investigación realizada por (Rocha, y otros, 2012), las infusiones de *Q. eduardii*, *Q. durifolia*, y *Q. sideroxylla* muestran resultados mayores a los obtenidos en las infusiones de las tres zonas y en general en las tres especies, teniendo la única zona con mayor valor en infusión a la corteza de *Q. rugosa*.

## 8.1.8 Flavonoides Totales

**Técnicas espectrofotométricas**

La determinación de los flavonoides totales se llevó a cabo con la finalidad de cuantificar los metabolitos presentes en los diferentes extractos de las maderas estudiadas y los resultados obtenidos se presentan en la tabla 37, las especies reportan los resultados en el siguiente orden *Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*. Los flavonoides totales con mayor abundantes en las cortezas de las tres especies en todos los extractos, exceptuando en el extracto acetónico de *Q. laurina* y el extracto acuoso de *Q. rugosa*.

Tabla 37. Flavonoides Totales, para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosa de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

Flavonoides totales mg EQC g <sup>-1</sup>									
Extractos	QC	QL	QR	QC	QL	QR	QC	QL	QR
	Corteza			Duramen			Albura		
<b>Met</b>	7.29±0.15	4.36±0.02	7.05±0.62	3.85±0.17	3.68±0.23	5.56±0.38	3.93±0.06	3.35±0.02	3.22±0.19
<b>Ac</b>	9.45±0.43	5.67±0.23	9.79±0.38	6.28±0.23	6.18±0.25	7.54±0.58	5.76±0.49	4.74±0.08	5.00±0.28
<b>Inf</b>	5.16±0.71	5.15±0.10	8.81±0.82	4.89±0.12	3.79±0.08	10.47±0.19	3.51±0.30	3.25±0.10	2.93±0.21

Como ya se mencionó con anterioridad, el *Q. candicans* presenta la mayor cantidad de flavonoides totales en la corteza de los tres diferentes extractos teniendo con mayor abundancia de flavonoides el extracto acetónico y siguiendo el orden de corteza 9.45, duramen 6.28 y albura 5.76, el extracto metanólico corteza con 7.29, albura 3.93 y duramen 3.85, finalmente el extracto acuoso presenta la siguiente secuencia corteza 5.16, duramen 4.89, albura 3.51. Siguiendo con el *Q. rugosa* teniendo la mayor abundancia en el duramen del extracto acuoso con 10.47 de flavonoides totales, siguiendo acetónico y metanólico en corteza para

esta especie el extracto que presento menor cantidad de flavonoides fue el extracto acuoso con 2.93 continuando con el *Q. laurina*, la mayor cantidad de flavonoides se presentan en el duramen del extracto acetónico con un total de 6.18 siguiéndole los extractos de corteza acuoso y metanólico, la albura es la que presenta menor cantidad en esta especie en los tres extractos.

## 8.2. Determinación de capacidad antioxidante.

### 8.2.1. Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno, (ORAC)

En la tabla 7 se reportan los resultados de la técnica de ORAC, la clasificación de antioxidantes por el método ORAC se presenta en el siguiente orden, *Quercus rugosa* > *Q. laurina* > *Q. candicans*, y en la gráfica 1 podemos ver con más claridad.

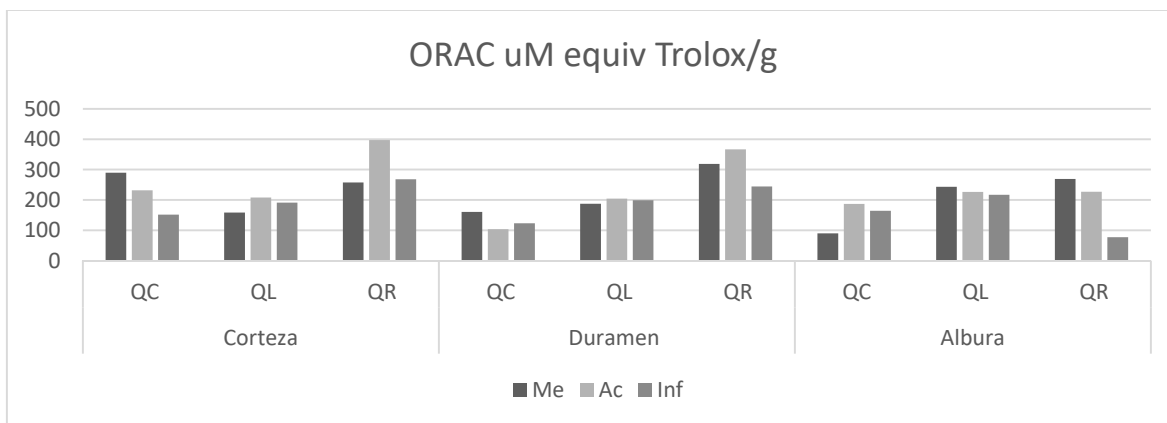
El extracto acetónica de *Q. rugosa* se muestra más actividad antioxidante, *Q. laurina* y finalmente *Q. candicans*. Teniendo mayor actividad en duramen de *Quercus rugosa* > albura de *Q. laurina* > corteza de *Q. candicans*. En forma partículas el extracto que mayor actividad antioxidante muestra es el acetónico de la corteza de *Q. rugosa* con 39710.14 equivalente a Trolox (ET/g) seguido por el extracto metanólico de albura de *Q. laurina* 24353.28 y finalmente el extracto metanólico de corteza de *Q. candicans* 28982.837

Los valores más bajos se observaron en el extracto acuoso de albura del *Q. rugosa* 7757.59 seguido por el extracto metanólico de albura del *Q. candicans* 9002.89

De acuerdo con lo reportado en la investigación realizada por (Rocha, y otros, 2012), la extracción de infusiones de hierbas y tés comerciales, muestran en general los antioxidantes por el método ORAC fueron, *Q. resinosa* > té Lag'gs > *Q. sideroxylla* > té Yamamoto > *Q. eduardii* > *Q. durifolia*. La infusión de *Q. resinosa* arrojan la mayor actividad antioxidante de (mg de equivalente trolox) seguida de Lag'gs tea y *Q. sideroxylla*.

Tabla 38. ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

ORAC uM equiv Trolox/g									
Extractos	Corteza			Duramen			Albura		
	QC	QL	QR	QC	QL	QR	QC	QL	QR
Me	289.83±118.36	158.46±11.03	257.60±31.83	160.75±41.40	187.20±13.82	318.72±42.31	90.03±21.52	243.53±56.60	269.19±14.41
Ac	231.54±79.85	207.83±4.34	397.10±20.94	103.46±16.41	204.51±6.58	366.55±43.71	187.02±0.21	226.29±21.09	227.01±37.58
Inf	151.48±46.33	191.18±23.60	268.18±30.12	123.24±10.77	199.07±64.45	244.13±58.92	164.04±6.73	217.00±52.31	77.58±27.29



Gráfica 1. ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

### 8.2.2. Poder reductor – ABTS

Determinación de actividad antioxidante de absorción de radicales de hidrogeno, ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico).

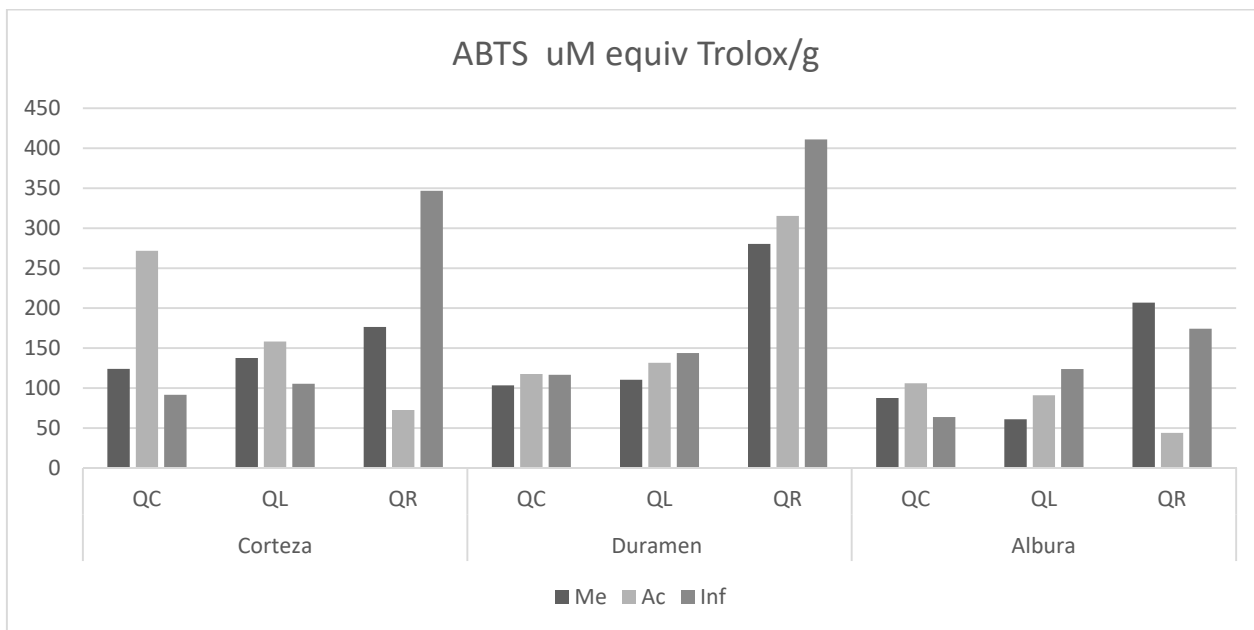
En la determinación de actividad antioxidante en la técnica de ABTS descrita con anterioridad se obtuvieron los resultados que se presentan en la tabla 8 la actividad antioxidante más abundante de los extractos obtenidos en duramen de *Quercus rugosa*, así como en los extractos metanólico y de infusión de corteza y albura de la misma especie, observando menor actividad en el extracto acetónico de albura y duramen de *Q. candicans* y reportando finalmente los extractos de *Q. laurina* con menor actividad en albura de los tres extractos dando como resultado en la infusión con 123.77 mayor actividad en esta zona.

Teniendo el valor más elevado en la captura del radical ABTS, la infusión de duramen del *Q. rugosa* 411 en primer lugar y el acetónico en segundo 315.44, por último el metanólico 280.44 del mismo, reportando a la especie de *Q. candicans* con menos actividad en esta zona. Teniendo resultados en las alburas con menos actividad en las tres especies, Observando los resultados del extracto metanólico de *Q. rugosa* coinciden con los reportados por (Argueta Solís, 2016) Donde los mismos extractos metanólicos de *Q. rugosa* tienen mayor capacidad antioxidante que las otras dos especies.

Según (Rosales, y otros, 2011), los resultados de la actividad antioxidante muestran que los extractos de corteza de *Q. sideroxylla* son capaces de estabilizar los radicales ABTS o pueden actuar como agentes reductores de metal, reportando valores de 318.8 en extracto crudo y 420.4 en su extracto orgánico para esta especie siendo mayores a los encontrados en esta investigación.

Tabla 39. ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). Para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

ABTS uM equiv Trolox/g									
Extractos	Corteza			Duramen			Albura		
	QC	QL	QR	QC	QL	QR	QC	QL	QR
<b>Me</b>	124±12.12	137.57±5.05	176.55±7.07	103.5±8.24	110.44±9.42	280.44±14.14	87.66±8.85	61±5.49	206.85±2.02
<b>Ac</b>	271.83±1.17	158.22±0.78	72.57±2.02	117.66±11.78	131.55±1.57	315.44±21.21	106±4.71	91±2.35	44±2.02
<b>Inf</b>	91.55±4.71	105.44±7.07	346.83±10.60	116.55±8.64	143.77±15.71	411±16.49	63.77±3.14	123.77±3.14	174.33±0.78



Gráfica 2. ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). Para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

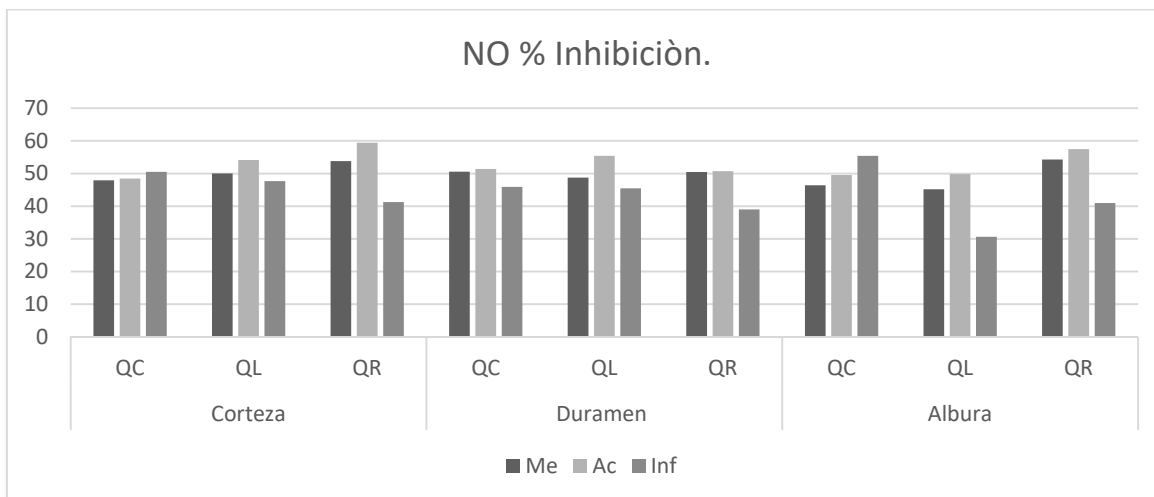
8.2.3. Capacidad de inhibir especies nitrosativas

Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico).

Los resultados obtenidos para el método de óxido nítrico, por inhibición de los radicales de óxido nítrico los resultados obtenidos se presentan a continuación en la gráfica 1 donde los resultados se representan como % de inhibición. Para este ensayo, la especie que menos variación reflejo en cuanto a la inhibición de los radicales de óxido nítrico fue el *Q. candicans*, ya que los resultados de los tres extractos de esta especie son muy semejantes entre sí, también podemos observar que todos los extractos de las tres especies tiene un ligero aumento en la inhibición en los extractos acetónicos, con respecto a esto los resultados nos dicen que en los extractos sobrepasaron el 50% de IC inhibitoria, y solo a los extractos acuosos *Q. laurina* albura y a *Q. rugosa* duramen les faltó 19.37 y 11.02 % para alcanzar el IC50, en comparación con los demás extractos, la especie que sobresale con él % de inhibición más requeridos es *Q. rugosa*, con % en inhibición de 59.41 en el extracto acetónico, con los resultados obtenidos tenemos las bases para decir que los extractos de las tres diferentes especies de madera y corteza estudiadas contienen metabolitos benéficos para salud.

Tabla 40. Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico) para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

NO % Inhibición.									
Extractos	Corteza			Duramen			Albura		
	QC	QL	QR	QC	QL	QR	QC	QL	QR
Me	47.92	50.03	53.8	50.58	48.76	50.47	46.41	45.18	54.28
Ac	48.48	54.12	59.41	51.38	55.39	50.7	49.55	49.83	57.46
Inf	50.51	47.68	41.24	45.93	45.47	38.98	55.43	30.63	40.96



Gráfica 3. Inhibición de ON y atrapamiento de radical Oxígeno, ON (Óxido Nítrico) para los extractos metanólicos, acetónicos y acuosos de madera (albura y duramen) y corteza de tres especies de *Quercus*

En la tabla 41 se presenta la Comparación de la capacidad antioxidante de frutas y extractos de madera y corteza de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*. Con respecto a los resultados obtenidos se realizó una comparación con el porcentaje de actividad antioxidante de algunas investigaciones realizadas por (Zapata, Ana María Piedrahita, & Rojano, 2014) en la técnica ORAC, para frutas de Colombia, donde podemos observar en los resultados reportador en la tabla 9, y encontramos que el valor más alto es para la fresa con 35841.7 haciendo la comparación con el material estudiado se encontraron resultados muy parecidos en la corteza de la especie de *Q. rugosa* con mayor abundancia en el extracto acetónico con 39710.14 seguido por el duramen de la misma especie de igual manera en el extracto acetónico con 36654.96 y en extracto metanólico 31872.01, teniendo en los demás extractos menos abundancia.

Para la comparación de los resultados en la técnica de ABTS tenemos un estudio realizado por (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini, & Fett, 2005), donde evaluó la actividad antioxidante de pulpa de algunas frutas entre las cuales se encuentra la pulpa de mango con 224.7 como mayor abundancia, seguido por la fresa con 202.5 de actividad, con respecto a las especies estudiadas en este trabajo

tenemos la infusión de duramen de la especie *Q. rugosa* con 411, el extracto de corteza con menor abundancia 346.83 de actividad y el duramen con el extracto acetónico con 315.44 de la misma especie, podemos observar que los valores obtenidos en esta investigación son similares a los obtenidos para las pulpas de las diferentes fruta.

8.2.4. Comparación de resultados de la capacidad antioxidante en ORAC, de frutas y extractos de madera y corteza de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

Tabla 41. Comparación de la capacidad antioxidante de frutas (Zapata et al. 2014) y extractos de madera y corteza de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*, para la técnica de ORAC.

ORAC uM equiv Trolox/g			
Extractos	Corteza		
	QC	QL	QR
Me	289.83±118.36	158.46±11.03	257.60±31.83
Ac	231.54±79.85	207.83±4.34	397.10±20.94
Inf	151.48±46.33	191.18±23.60	268.18±30.12
Extractos	Duramen		
Me	160.75±41.40	187.20±13.82	318.72±42.31
Ac	103.46±16.41	204.51±6.58	366.55±43.71
Inf	123.24±10.77	199.07±64.45	244.13±58.92
Extractos	Albura		
Me	90.03±21.52	243.53±56.60	269.19±14.41
Ac	187.02±0.21	226.29±21.09	227.01±37.58
Inf	164.04±6.73	217.00±52.31	77.58±27.29

Nombre común fruta. Técnica ORAC (µmol Trolox/100 g muestra liofilizada)	
Mora	12759.9±1002.1
Fresa	35841.7±2566.3
Guayaba	11988.2±873.7
Manzana roja	19008.1±600.3
Ciruela morada	8238.7±125.8
Pera	2996.1±193.2
Banano	2572.7±136.0
Maracuyá	2154.5±74.3
Durazno	5257±133.9
Uva	5537.9±310.2
Piña	4404.5±166.2
Mandarina	8998.1±294.6
Kiwi	4651.1±384.8
Papaya	1385.5±102.9

Tabla 42. Comparación de la capacidad antioxidante de frutas (Kuskoski et al. 2005) y extractos de madera y corteza de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*, para la técnica de ABTS

ABTS uM equiv Trolox/g			
Extractos	Corteza		
	QC	QL	QR
Me	124±12.12	137.57±5.05	176.55±7.07
Ac	271.83±1.17	158.22±0.78	72.57±2.02
Inf	91.55±4.71	105.44±7.07	346.83±10.60
Extractos	Duramen		
Me	103.5±8.24	110.44±9.42	280.44±14.14
Ac	117.66±11.78	131.55±1.57	315.44±21.21
Inf	116.55±8.64	143.77±15.71	411±16.49
Extractos	Albura		
Me	87.66±8.85	61±5.49	206.85±2.02
Ac	106±4.71	91±2.35	44±2.02
Inf	63.77±3.14	123.77±3.14	174.33±0.78

Nombre común fruta	ABTS (mg/100 g)
Mango	224.7±4.6
Mora	125.8±3.2
Fresa	202.5±0.5
Guayaba	120.0±4.5
Piña	64.8±5.2
Maracuyá	54.0±1.9

Los resultados obtenidos en la actividad antioxidante los podemos relacionar con la concentración de compuestos químicos identificados así como la determinación de los fenoles y flavonoides.

### 8.3. Determinación de actividad antimicrobiana.

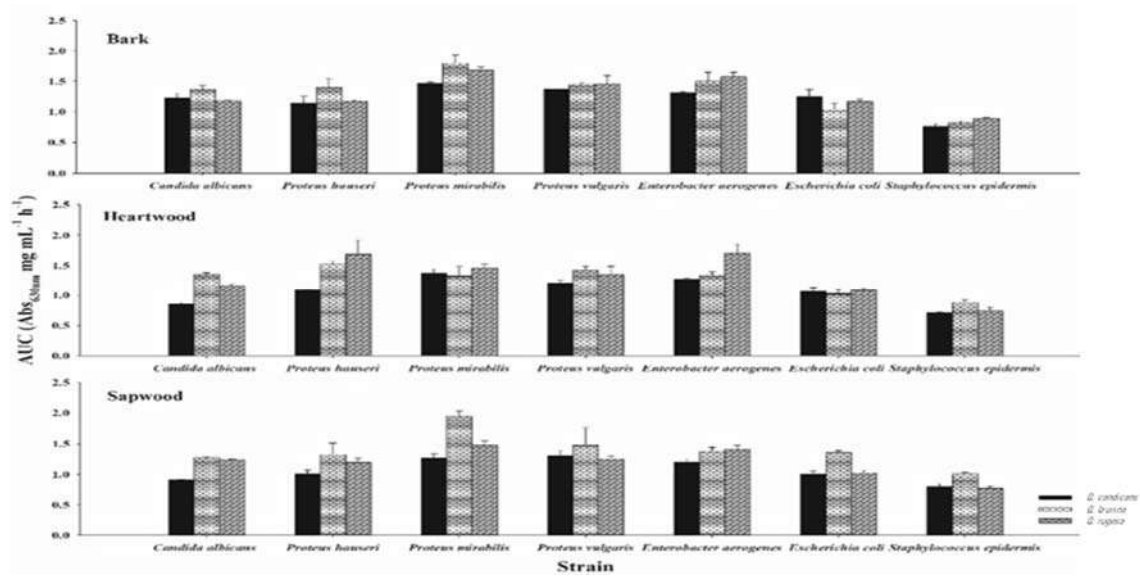
Efecto antimicrobiano hacia cepas patógenas.

Los resultados para la capacidad antimicrobiana se presentan a continuación en la gráfica 43.

Los resultados demuestran que las pruebas realizadas durante la investigación, que los extractos que mayor reacción a la actividad fueron los extractos de *Q. laurina* para la mayoría de los microorganismos, en menos abundancia tenemos la actividad de *Q. rugosa* y finalmente a *Q. candicans* este primer orden para los extractos de las tres cortezas, donde el microorganismo más atacado fue el *Proteus mirabilis*

Los resultados arrojados en los extractos de duramen arrojaron mayor actividad en el microorganismo de *Enterobacter aerogenes* y *Proteus hauseri* con la especie de *Q. rugosa*, teniendo el *Q. candicans* menos actividad ante todos los microorganismos.

Para el caso de la albura el microorganismo que resulto con mayor actividad fue el *Proteus mirabilis* con *Q. laurina*, en el caso de los demás microorganismos esta especie fue la que mejor aprovechamiento tubo y al caso contrario es para la especie de *Q. rugosa*.



Gráfica 4. Capacidad antimicrobiana

## 9. CONCLUSIONES

- Los compuestos mayoritarios de fenoles y flavonoides que destacan en las tres especies de encino son: el ácido gálico, ácido quínico y el trigaliolhexosido.
- *Q. rugosa* contiene mayores concentraciones de taninos y *Q. laurina* con ácidos fenólicos. También se identificó la catequina en la corteza de las tres especies.
- Los extractos de corteza, duramen y albura de las tres especies de *Quercus* tienen alta concentración de compuestos polifenólicos y se puede observar que el extracto acetónico arrojó los mejores resultados en las tres especies y la especie que sobresale con mayor contenido fenólico y flavonoides es *Quercus rugosa*.
- Las especies maderables que se han estudiado, así como la obtención de cada uno de sus extraíbles cuentan con actividad antioxidante y pudieran ser una fuente importante de sustancias antioxidantes dentro de la amplia variedad de áreas multidisciplinarias que engloban tanto alimentos como salud.
- Los subproductos maderables presentan propiedades nutracéuticas por su aporte de compuestos fenólicos con actividad antioxidante.
- Las infusiones de hojas de *Quercus* con mayor contenido de ácido gálico y catequinas muestran la mejor capacidad antioxidante. Las infusiones de *Quercus* pudiera ser una alternativa en la prevención de enfermedades urinarias y de la piel

## 10. BIBLIOGRAFIA

(s.f.).

Adger, W. N., Brown, K., Cervigni, R., & Moran, D. (1998). Total economic value of forest in Mexico. *Ambio*, 24:286-296.

Argueta Solís, M. G. (2016). Capacidad antioxidante de los extractos de madera y corteza de tres especies de encinos (*Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.) del complejo industrial de Nuevo San Juan Parangaricutiro, del estado de Michoacán. (*Tesis de Licenciatura*). Morelia, Michoacán, Mexico: Univerdad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Butera, D., Tesoriere, L., Di, G. F., Bongiorno, A., Allegra, M., Pintaudi, A. M., Livera, M. A. (2002). Antioxidant Activities of Cicilian Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) Frit Extracts and Reducing Properties of its Betalainas: Betania e Indicaxantina. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6895-6901.

Cai, W., Gu, X., & Tang, J. (2010). CaiExtraction, purification and characterization of the flavonoids from *Opuntia milpa alta* Skin. *Czech J. FoodSci.* 28: 108-116.

Cardona, L., & Mejía, L. (2009). Evaluación del efecto antioxidante de aceites esenciales y extractos de *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare* y *Thymus vulgaris*. *Biosalud.* 8: 58 – 70.

Chemah, T. C., Aminah, A., Noriham, A., & Wan Aida, W. M. (2010). Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids. *International Food Research Journal.* 17: 1003-1010.

De la Cruz, M., & Badiano, J. (1991). *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*. México D. F. : Fondo de cultura Económica.

Díaz, R. J. O., González, L. R. F., Chávez, S. J. A., (2018). "Comprehensive Characterization of Extractable Phenolic Compounds by UPLC-PDA-ESI-QqQ of *Buddleja scordioides* Plants Elicited with Salicylic Acid," *Journal of Chemistry*, vol. 2018, Article ID 4536970, 10 pages

Fengel, D., & Wegener, G. (1983). *Wood: chemistry, ultraestructure, reactions*. Berlin: Walter de Gruyter.

Gamboa, G., Hernández, S., Gallegos, I., González, L., Manzocco, L., & Rocha, G. (2013). Polyphenolic content and antioxidant activity of leaf extracts from

- Quercus durifolia, Quercus eduardii, Quercus sideroxyla and Quercus resinosa. . *Journal of Medicinal Plants* 7(35): 2564-2573.
- García, V., Vissenaekens, H., Pitart, J., Romo, V., Espín, J., Grootaert, C., . . . Tomas, B. (2017). Gastrointestinal Simulation Model TWIN-SHIME Shows Differences between Human Urolithin-Metabotypes in Gut Microbiota Composition, Pomegranate Polyphenol Metabolism, and Transport along the Intestinal Tract. *J. Agric. Food Vhem.* 65: 5480-5493.
- Garrett, A., Murray, B., Robison, R., & O'Neill, K. (2010). Measuring Antioxidant Capacity Using the ORAC and TOSC Assays. In: Armstrong D. (eds) *Advanced Protocols in Oxidative Stress II. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*. Humana Press, Totowa, NJ. Vol. 594.
- Green, L., Wagner, D., Glogowski, J., Skipper, P., Wishnok, J., & Tannenbaum, S. (1982). Analysis of Nitrate, Nitrite and (15N) Nitrate in Biological Fluids. *Analytical Biochemistry* 126: 131-138. 21.
- Heimer, D., Vignolini, P., Dini, M., & Romani, A. (2005). Rapid test to assess the antioxidant activity of Phaseolus vulgaris L. Dry beans. *Journal Agriculture Food chemistry*, 53(8): 3053-3056.
- Jung, I., Ho, H., Sungun, K., Kyoung, T., In, H., & Wan, K. (2008). Antioxidative Compounds from Quercus salicina Blume Stem. *Arch Pharm Res.* 31(3): 274-278. .
- Khalaf, N., Shakya, A., Al, O., El, A., & Farah, H. (2008). Antioxidant Activity Of Some Common Plants. *Turk J. Biol.* 32: 51-55.
- Kuskoski, E., Asuero, G., Troncoso, M., Mancini, F., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpas de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 25(4): 726-732.
- Luna, J., Montalvo, E., & Rendón, A. (2003). Los usos no leñosos de los encinos en México. *Botánica económica y etnobotánica. Bol. Soc. Bot. Méx.* 72: 107-117.
- Montgomery, James D. 1991. "Social Networks and Labor-Market Outcomes: Toward an Economic Analysis." *American Economic Review* 81(5, December), pp. 1,408–1,418.
- Nixon, K. (1998). *El género Quercus en México. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. México. D. F: Eds. Biodiversidad Biológica de México:*

Orígenes y Distribución, pp. 435-448, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Nuengchamnon, N., Hermans, L., & Ingkaninan, K. (2004). Separation and detection of the antioxidant flavonoids, rutin and quercetin, using HPLC coupled on-line with colorimetric detection of antioxidant activity. *NaresuanUniversityJournal*. 12(2): 25-37.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice, E. (1999). Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine* 26(9, 10): 1231-1237.
- Rocha, G., Gallegos, I., González, L., Reynoso, C., Ramos, G., García, G., Lujan, G. (2009). Antioxidant activity and genotoxic effect on HeLa cells of phenolic compounds from infusions of *Quercus resinosa* leaves. *Food Chemistry*. 115: 1320–1325.
- Rocha, G., Medina, M., Gallegos, I., Gonzalez, L., Ramos, G., Reynoso, C., González, H. (2012). Chemical Evaluation, Antioxidant Capacity, and Consumer Acceptance of Several Oak Infusions. *Journal of Food Science* Vol. 77, Nr. 2.
- Rosales, C., González, L., Rocha, G., Gallegos, I., Peralta, C., & Karchesy, J. (2009). Evaluación química y capacidad antioxidante de extractos polifenólicos de cortezas de *Pinus cooperi*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla* y *P. teocote*. *Madera y Bosques*. 15 (3): 87-105.
- Rosales, C., González, L., Rocha, G., Gallegos, I., Peralta, C., Morré, J., & Karchesy, J. (2011). Chromatographic Analysis of Bioactive Proanthocyanidins from *Quercus durifolia* and *Quercus eduardii* Barks. *Akadémiai Kiadó, Budapest* 23(3): 521–529.
- Sánchez, B., Ramírez, M., Larrosac, M., Gallegos, I., González, L., Medina, T., & Rocha, G. (2013). Antioxidant, antimicrobial, antitopoisomerase and gastroprotective effect of herbal infusions from four *Quercus* species. *Industrial Crops and Products* 42: 57-62.
- Sumaya, M., Cruz, J., Madrigal, S., García, P., Cariño, C., Cruz, C., . . . Alanís, G. (2011). Betalain, Acid Ascorbic, Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Purple, Red, Yellow and White Cactus Pears. *Int. J. Sci.* 12: 6452-6469.

TAPPI. (2000). Test Methods. *TAPPI Press*. Atlanta.

Velioglu, Y. M. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products . *Journal of Agricultural Food Chemistry* 46: 4113-4117.

Zapata, S., Ana María Piedrahita, A., & Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Perspect Nutr Humana*. 16: 25-36.

Zavala, C. (1998). Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica* 8:47-64.

## 11. ANEXOS