

S.E.P TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC



Departamento de Ingeniería
química y bioquímica

**“Evaluación de fenoles volátiles, polifenoles
totales y capacidad antioxidante de vainilla
de diferentes especies”**

Tesis profesional

Titulación integral

Para obtener el título de:

Maestra en Ciencias en Alimentos

Presenta:

IBQ. Jocelyn Itzel López Cruz

Directora:

Dra. Araceli Pérez Silva

Comité revisor:

**Dra. Ernestina Paz Gamboa, Dra. Guadalupe del
Carmen Rodríguez Jimenes, Dra. María de los
Ángeles Vivar Vera, Dr. Juan Gabriel Torruco Uco.**

San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. Octubre, 2023.

Autorización de Presentación Electrónica de Tesis

San Juan Bautista Tuxtepec, Oax., 23/Octubre/2023
Oficio No. DEP/CT-4736

C. JOCELYN ITZEL LÓPEZ CRUZ
EGRESADA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ALIMENTOS
CON NÚMERO DE CONTROL M15350563
PRESENTE

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO COMUNICARLE QUE EL COMITÉ TUTORIAL INTEGRADO POR LOS CC. ARACELI PÉREZ SILVA, ERNESTINA PAZ GAMBOA, GUADALUPE DEL CARMEN RODRÍGUEZ JIMÉNES, MARIA DE LOS ANGELES VIVAR VERA, Y JUAN GABRIEL TORRUCO UCO, REVISÓ Y APROBÓ EN SU TOTALIDAD EL TRABAJO PROFESIONAL DENOMINADO "EVALUACIÓN DE FENOLES VOLÁTILES, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE VAINILLA DE DIFERENTES ESPECIES" PRESENTADO POR USTED COMO PRODUCTO DE TESIS DE ACUERDO AL LINEAMIENTO DE TITULACIÓN CORRESPONDIENTE, PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN ALIMENTOS.

POR LO ANTERIOR Y DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS INSTITUCIONALES SE LE DA TRÁMITE LEGAL PARA QUE PROCEDA A LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica.


JULIÁN KURI MAR
SUBDIRECTOR ACADÉMICO
ccp. Depto. Servicios Escolares
Archivo
Nº de Cómputo

 **EDUCACIÓN** |  **TECNOLÓGICO**
NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
SUBDIRECCIÓN
ACADÉMICA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tuxtepec el día 30 de mayo del 2024, la que suscribe **Jocelyn Itzel López Cruz** alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Alimentos con número de control: M15350563, adscrita al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtepec, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la **Dra. Araceli Pérez Silva** y cede los derechos del trabajo titulado: “**Evaluación de fenoles volátiles, polifenoles totales y capacidad antioxidante de vainilla de diferentes especies**”. Al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtepec para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a los correos: jocelynlopez714@gmail.com y araceli.ps@tuxtepec.tecnm.mx , si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Jocelyn Itzel López Cruz

Nombre y firma

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

Yo, Jocelyn Itzel López Cruz con número de control: M15350563, RFC: LOCJ970711529, alumna de la Maestría en Ciencias en Alimentos, del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtepec, autora de la tesis titulada "Evaluación de fenoles volátiles, polifenoles totales y capacidad antioxidante de vainilla de diferentes especies".

DECLARO QUÉ:

1. El presente trabajo de investigación y tema de la tesis presentada para la obtención del título de Maestra en Ciencias en Alimentos es original y asignado por mi directora de tesis la Dra. Araceli Pérez Silva, siendo resultado de mi trabajo experimental y escritura personal, el cual no he copiado de otro trabajo de investigación, ni utilizado ideas, formulas, ni citas completas, así como ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa). Caso contrario, menciono de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.
2. Declaro que el trabajo de investigación que pongo en consideración para evaluación no ha sido presentado anteriormente para obtener algún grado académico o título, ni ha sido publicado en sitio alguno.
3. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones administrativas y/o legales por parte del instituto, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en la tesis, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Asimismo, me hago responsable ante la institución o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado. De identificarse falsificación, plagio, fraude o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtepec.

San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca a 30 de mayo del 2024.



Jocelyn Itzel López Cruz

PAPER NAME

**TESIS LÓPEZ CRUZ JOCELYN ITZEL-FIN
AL-TURNITIN.docx**

WORD COUNT

18044 Words

CHARACTER COUNT

97245 Characters

PAGE COUNT

84 Pages

FILE SIZE

4.8MB

SUBMISSION DATE

Nov 9, 2023 1:44 PM GMT-6

REPORT DATE

Nov 9, 2023 1:45 PM GMT-6

● **29% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 28% Internet database
- 5% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 19% Submitted Works database

Agradecimientos

Al **Conacyt** por el financiamiento otorgado como estudiante incorporado al proyecto "**Estrategias para la adaptación y mitigación al cambio climáticos necesarios para el rescate del cultivo de vainilla en México**", con número 297484, realizado por el grupo de investigación VaniClim.

A la **Dra. Araceli Pérez Silva** por permitirme formar parte del equipo vainilla y de su familia. Fue para mí un verdadero placer poder trabajar con usted, por que aparte de admirarla como persona, la admiro como mujer, como madre y como maestra. La vida me permitió conocerla y aprender de usted. Son muchas las enseñanzas que llevo conmigo, pero la más importante es que a donde sea que vaya o en lo que me desempeñe, enamorarme de lo que hago, hacerlo con diligencia, con responsabilidad y como para Dios será siempre la clave del éxito personal. Gracias por instruirme y por permitirme en especializar en algo tan increíble y le aseguro que mi aportación a la sociedad no concluye aquí. Con mucho amor Jos.

A mi **Comité** revisor por el apoyo y la mejora continua en la redacción de este trabajo. **Gracias a la Dra. Ernestina, Dra. María de los Ángeles y al Dr. Juan** por el tiempo involucrado en este trabajo y por los consejos de vida. Agradezco haberlos conocido y sobre todo que hayan formado parte de mi preparación profesional. A ustedes siempre mi cariño, admiración y respeto.

Al **equipo Vainilla-ITtux** por recibirme e integrarme de una manera tan agradable, por enseñarme el compañerismo en todo momento, por la paciencia y por los conocimientos compartidos, es un placer aprender de cada uno de ustedes, y compartir el trabajo. Muchas gracias especialmente a Eduardo, Yunuen, Lulú, Débora, Abi y Javi. Por permitirme conocerlos más allá del trabajo, más allá de la rutina y por abrirme sus corazones. Estoy sumamente agradecida con Dios por ponerlos en mi camino, aprender con ustedes, sin duda el aprendizaje juntos fue lo

mejor de esta etapa. Gracias por la amistad y por la familia que formamos juntos. La vida da muchas vueltas, pero sin duda mi único deseo sería volver a encontrarme con ustedes en alguna otra etapa de la vida, y seguir siendo amigos siempre.

Al **laboratorio de ingeniería de alimentos de la UNIDA/ ITVER**. Especialmente a la Dra. Guadalupe por la cálida bienvenida en el laboratorio, por el apoyo brindado en todo momento, la asesoría y por los momentos compartidos. Gracias doctora Lupita por su valioso tiempo invertido en este trabajo de investigación. Y a Fernando Cansino por el compañerismo en mi estancia en el ITVer. A ustedes siempre mi respeto y admiración.

Al **(INTA)** de Buenos Aires Argentina, por un cálido recibimiento, por la oportunidad de trabajar con ustedes, aprender de ustedes, por una estancia increíble y por todo el cariño. Gracias especialmente a Adri, Luci, Sergio, Anto, Sebas, Pris, Fer Godoy, Ferni, Rafa y Ani. Por la aceptación en el equipo de trabajo, por regalarme su valioso tiempo, por compartir el conocimiento sobre cada una de sus áreas de trabajo, el apoyo en todo momento, por las increíbles convivencias, y lo más importante por regalarme su amistad. Una amistad que sin duda cuidaré y agradeceré siempre. A ustedes siempre mi respeto, cariño, admiración y amor. Conocerlos sin duda es de los regalos más gratos que me ha brindado la vida.

Dedicatorias

A **Dios** hoy, mañana y siempre. Gracias, papá, porque por 26 años me has hecho sentir verdaderamente como la niña de tus ojos. Es increíble amarte, gracias por permitirme conocerte de la manera en que te conozco, gracias por la vida, por la sabiduría, por el entendimiento y por el trabajo. Gracias por que todo es por ti, porque tú lo eres todo, pero sobre todo gracias por la mujer que me has hecho. La gloria siempre a ti.

A mis **padres**, por el esfuerzo día a día por darme todo lo necesario para poder cumplir mis metas. Por todo el amor, cariño y apoyo. Gracias porque hoy estoy cumpliendo un sueño más, un sueño que comparto con ustedes y que gracias a ustedes veo realizado. Todos mis logros son dedicados a ustedes y a mi hermano siempre. No hay día en el que no exprese mi gratitud por tenerlos en mi vida. Este camino sin duda no ha sido fácil, pero ustedes han estado conmigo y para mí. Gracias por ser mi inspiración día a día para continuar y ser mejor.

A mi **hermano** por ser mi inspiración día a día. Gracias por ser el mejor recuerdo de vida, por ser el mejor hermano, mejor amigo y compañero de vida. Tú vida sigue tan presente en la mía. Estas en cada momento de plenitud, felicidad y alegría. Te dedico esta y muchas alegrías más.

A **mi querido novio** por el apoyo incondicional, por el amor tan grande, tan pleno y diferente. Gracias, amor, porque tu vida es la alegría en la mía, gracias por impulsarme siempre a ser mejor y a dar más. Gracias por hacer mis días más alegres, más sonoros y llenos de amor. Eres el regalo más hermoso de la vida, quiero que seas parte de este y muchos escalones más. Amo tu corazón, espíritu y alma. Haces que el amor sea tan simple, haces que mi vida sea tan llena de instantes únicos. Gracias por estar conmigo en todo este camino. Esto también es dedicado a ti cariño mío.

TESIS:

**EVALUACIÓN DE FENOLES VOLÁTILES, POLIFENOLES
TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE VAINILLA DE
DIFERENTES ESPECIES**

CONTENIDO

I. MARCO TEÓRICO	15
1.1 Vainilla	15
.....	16
1.2 Especies de vainilla	16
1.2.1 <i>Vanilla planifolia</i>	16
1.2.2 <i>Vanilla xatathitensis</i>	17
1.2.3 <i>Vanilla pompona</i>	18
1.2.4 <i>Vanilla cribbiana</i>	20
1.3 Otras especies de vainilla	21
1.3.1 Diversidad de vainilla	22
1.3.2 <i>Vanilla</i> híbrido- Costa Rica	24
1.3.3 <i>Vanilla sp</i>	25
1.4 Beneficiado de la vainilla	26
1.4.1 Marchitado	26
1.4.2 Sudado	27
1.4.3 Secado	27
1.4.4 Acondicionamiento	27
1.5 Clasificación de la vainilla beneficiada	28
1.6 Compuestos volátiles en vainilla	29
1.7 Polifenoles	31
1.8 Radicales libres	33
1.9 Antioxidantes	34
1.9.1 Sistemas antioxidantes	35
1.9.2 Clasificación de los antioxidantes	35
1.9.3 Clasificación según fuente de origen	36
1.9.4 Clasificación según la acción en organismos vivos	36
1.9.6 La vainillina como antioxidante	40
1.9.7 Métodos para determinar la capacidad antioxidante	40
II. ANTECEDENTES	50
III. JUSTIFICACIÓN	52

IV. OBJETIVOS	53
4.1 Objetivo general	53
4.2 Objetivos específicos	53
V. MATERIALES Y MÉTODOS	54
5.1 Caracterización física de vainas beneficiadas de vainilla	57
5.2 Determinación de humedad	57
5.3 Elaboración de extractos de vainilla para HPLC-DAD	58
5.4 Cuantificación de Fenoles volátiles por HPLC-DAD	59
5.4.1 Condiciones cromatográficas	60
5.5 Cuantificación de Polifenoles Totales por el método de Folin-Ciocalteu	61
5.6 Ensayo de actividad antirradical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH[•])	62
5.7 Ensayo de actividad antirradical 2,2Azinobis (3ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+})	63
5.8 Ferric Ion Reducing Antioxidant Power (FRAP)	64
5.9 Oxigen Radical Absorbance Capacity (ORAC)	65
VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	66
VII. RESULTADOS	67
7.1 Caracterización física de las muestras de vainilla de diferentes especies	68
7.2 Determinación de fenoles volátiles	70
7.2.1 Cuantificación de vainillina	70
7.2.2 Cuantificación de ácido vainillínico	74
7.2.4 Cuantificación de p -hidroxibenzaldehído	76
7.2.5 Cuantificación de ácido p-hidroxibenzoico	77
7.2.6 Cuantificación de p-hidroxibencil alcohol	77
7.2.7 Cuantificación de anisil alcohol	80
7.2.8 Cuantificación de ácido anísico	80
7.3 Distribución de compuestos aromáticos por especies	82
7.3.1 <i>Vanilla planifolia</i>	82
7.3.2 <i>Vanilla pompona</i>	83
7.3.5 <i>Vanilla xtahitensis</i>	83
7.3.4 <i>Vanilla cribbiana</i>	83
7.3.3 <i>Vanilla híbrido</i>	83
7.4 Determinación de polifenoles totales	84

7.5 Actividad antioxidante por el método DPPH'	86
7.6 Actividad antioxidante por el método ABTS ⁺	88
7.7 Actividad antioxidante por el método FRAP	90
7.8 Determinación de la capacidad antioxidante por el método ORAC	92
VIII. CONCLUSIONES	95
IX. RECOMENDACIONES	96
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	97
XI. ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vainilla y aplicaciones.	16
Figura 2. Vanilla planifolia/ Banco de germoplasma ITTux.	17
Figura 3. Vanilla xtahitensis/ Banco de germoplasma ITTux.	18
Figura 4. Vanilla pompona/ Banco de germoplasma ITTux.	19
Figura 5. Vanilla cribbiana/ Banco de germoplasma ITTux.	21
Figura 6. Distribución del género Vanilla en México.	24
Figura 7. Diagrama del proceso de beneficiado tradicional de la vainilla.	26
Figura 8. Clasificación de antioxidantes según la acción en organismos vivos.	37
Figura 9. Reacción de Folin-Ciocateau.	42
Figura 10. Reacción de DPPH[•].	43
Figura 11. Reacción de ABTS^{•+}.	45
Figura 12. Reacción de FRAP.	47
Figura 13. Mecanismo de acción ensayo ORAC.	48
Figura 14. Materia prima.	54
Figura 15. Caracterización física de las muestras estudiadas.	57
Figura 16. Determinación de humedad de las muestras estudiadas.	58
Figura 17. Elaboración de extractos de las muestras estudiadas.	59
Figura 18. HPLC-DAD/ ITTUX.	60
Figura 19. Cuantificación de Polifenoles totales.	61
Figura 20. Determinación de la actividad antioxidante por el método de DPPH[•].	62
Figura 21. Determinación de la actividad antioxidante por el método de ABTS^{•+}.	64
Figura 22. Determinación de la actividad antioxidante por el método de FRAP.	64
.....	65
Figura 23. Determinación de la actividad antioxidante por el método de ORAC.	65
Figura 24. Determinación de vainillina y potencial en vainillina en muestras de vainillas de diferentes especies.	73
Figura 25. Determinación de compuestos anísicos en muestras de vainillas de diferentes especies.	81
Figura 26. distribución de compuestos en especies de vainilla de diferentes especies.	82
Figura 27. Contenido total de polifenoles en muestras de vainilla de diferentes especies.	84

Figura 28. Determinación de la actividad antioxidante por los métodos de DPPH• y ABTS⁺90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química en 3 especies diferentes de vainilla.	20
Tabla 3. Tipos de compuestos presentes en el aroma vainilla.....	30
Tabla 4. Clasificación de los polifenoles y ejemplos.....	32
Tabla 5. Especies reactivas de oxígeno.	33
Tabla 6. Técnicas para medir actividad antioxidante.....	41
Tabla 7. Descripción del origen y tipo de beneficiado de las muestras estudiadas..	55
Tabla 8. Condiciones cromatográficas para el análisis por HPLC-DAD de muestras de vainilla.	60
Tabla 9. Caracterización física de vainas de vainilla de diferentes especies.	69
Tabla 10. Contenido de Vainillina y potencial aromático de las muestras de vainilla de diferentes especies.....	72
Tabla 11. Contenido de ácido vainillínico y vainillil alcohol de las muestras de vainilla de diferentes especies.	79
Tabla 13. Porcentaje de inhibición en los ensayos de DPPH[•] y ABTS^{•+} en muestras de vainilla de diferentes especies.	88
Tabla 14. Imágenes de las vainas del estudio	105

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el contenido de fenoles volátiles, polifenoles totales y capacidad antioxidante de muestras de vainilla de diferentes especies. Las vainas beneficiadas fueron de: México (*V. planifolia*, *V. pompona*, *V. mexicana*, *V. insignis* *V. sp.*); Costa Rica (*V. Híbrido*), Guatemala (*V. xtahitensis* y *V. Cribbiana*). Las muestras fueron sometidas a un análisis físico, determinando su longitud, peso, grosor y humedad. Los análisis de los compuestos aromáticos fueron realizados por HPLC-DAD. En los extractos obtenidos se determinó el contenido de polifenoles, se evaluó la actividad antioxidante mediante los métodos ABTS^{•+}, DPPH[•], FRAP y la capacidad antioxidante por el método ORAC. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el Software Statistica versión 10. Los resultados indican que las vainas de mayor longitud fueron las vainas de *V. híbrido* (23 cm), respecto al grosor fueron las de *V. pompona* (14mm), y de acuerdo con el peso fueron las de *V. cribbiana* (9 g). Los contenidos de humedad en las vainas oscilaron de 10 a 56 g H₂O /100 g muestra seca. Los contenidos de ácido vainillínico (0.11 g/100 g m.s) y vainillil alcohol (0.17 g/100 g m.s) fueron mayores en *V. sp.* Sin embargo, las mayores concentraciones de *p*-HB (0.23 g/100 g m.s), ácido *p*-HB (0.33 g/100 g m.s) y *p*-HB alcohol (0.08 g/100 g m.s.) se determinaron en la muestra de *V. cribbiana*. El mayor contenido de vainillina se determinó en las muestras de *V. sp* (9.02 g/100 g m.s), seguido de las muestras de *V. híbrido* (3.32 g/100 g m.s.). La concentración de los compuestos anísicos fue mayor en las muestras de *V. pompona*, *V. xtahitensis* y *V. cribbiana*, característicos de estas especies. Con respecto a los polifenoles totales, el mayor contenido fue determinado en la muestra de *V. sp* (93.29 mg EAG/g m. s). Las muestras que presentaron mayor porcentaje de actividad antioxidante por los métodos ABTS^{•+} y DPPH[•] fueron *Vanilla planifolia* (65 y 30%) y *Vanilla cribbiana* (52 y 33%), respectivamente. La mayor actividad antioxidante por el método FRAP fue determinado en la muestra de *Vanilla cribbiana* (70 mM ET/g m.s.). Los resultados del ensayo ORAC mostraron una inhibición de más del 80% de las especies reactivas de oxígeno (ROS's), excepto la muestra *V. híbrido*. La especie silvestre de *Vanilla sp* representan una alternativa en el comercio debido a su calidad aromática. Por primera vez se generó evidencia científica de los atributos antioxidantes de muestras de vainillas comerciales, silvestres, aromáticas y no aromáticas.

Palabras claves: vainilla, extracto de vainilla, fenoles, polifenoles, antioxidantes.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the content of volatile phenols, total polyphenols and antioxidant capacity of vanilla samples of different species. The beneficiated pods were from: *V. planifolia*, *V. pompona*, *V. mexicana*, *V. insignis* *V. sp.* (Mexico); *V. híbrido* (Costa Rica), *V. xtahitensis* and *V. cribbiana* (Guatemala). The samples were subjected to physical analysis, determining their length, weight, thickness and humidity. The analysis of aromatic compounds was carried out by HPLC-DAD. Polyphenol content was determined in the extracts obtained, and antioxidant activity was evaluated by ABTS^{•+}, DPPH[•], FRAP and antioxidant capacity by ORAC methods. The results obtained were evaluated using Statistica version 10 software. The results indicate that the longest pods were those of *V. hybrid* (23 cm), the thickest were those of *V. pompona* (14 mm), and according to weight were those of *V. cribbiana* (9 g). Moisture contents in the pods ranged from 10 to 56 g H₂O /100 g sample. The contents of vanillic acid (0.11 g/100 g d.m) and vanillyl alcohol (0.17 g/100 g d.m) were higher in *V. sp.* However, the highest concentrations of p-HB (0.23 g/100 g d.m), p-HB acid (0.33 g/100 g d.m) and p-HB alcohol (0.08 g/100 g d.m) were determined in the sample of *V. cribbiana*. The highest vanillin content was determined in *V. sp* samples (9.02 g/100 g d.m) followed by *V. híbrido* samples (3.32 g/100 g d.m). The concentration of anisic compounds was higher in the samples of *V. pompona*, *V. xtahitensis* and *V. cribbiana*, characteristic of these species. With respect to total polyphenols, the highest content was determined in the sample of *V. sp* (93.29 mg AGE/g d.m). The samples that presented the highest percentage of antioxidant activity by the ABTS^{•+} and DPPH[•] methods were *Vanilla planifolia* (65 and 30%) and *Vanilla cribbiana* (52 and 33%), respectively. The highest antioxidant activity by the FRAP method was determined in the *Vanilla cribbiana* sample (70 mM ET/g d.m). The ORAC assay results showed more than 80% inhibition of reactive oxygen species (ROS's), except the *V. hybrid* sample. The wild species of *Vanilla sp* represent an alternative in trade due to their aromatic quality. For the first time, scientific evidence was generated on the antioxidant attributes of commercial, wild, aromatic, and non-aromatic vanilla samples.

Key words: vanilla, vanilla extract, phenols, polyphenols, antioxidants