



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**“DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y
FENOLES TOTALES EN EL FRUTO DE ZAPOTE PERRO
(*Capparis scabrida*) CON POTENCIALES USOS
AGROINDUSTRIALES”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autor:

**Bach. Aspíllaga Arrascue Morelly Lisseth
(<https://orcid.org/0000-0002-8792-0074>)**

Asesor:

**Mg. Ing. Aurora Vigo Edward Florencio
(<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>)**

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2021

**DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y
FENOLES TOTALES EN EL FRUTO DE ZAPOTE PERRO
(*Capparis scabrida*) CON POTENCIALES USOS
AGROINDUSTRIALES**

APROBACIÓN DEL JURADO

Mg. Ing. Aurora Vigo Edward Florencio
Presidente

Mg. Ing. Larrea Colchado Luis Roberto
Secretario

Ing. Símpalo López Walter Bernardo
Vocal

DEDICATORIA

A mis amorosos padres Wilson Aspillaga Becerra y Nayú Arrascue Vera por darme la vida.

A mi pequeña hermana Mariabelen Aspillaga Arrascue por hacerme reír siempre

A mis papás Jaime Arrascue Fernández y Zulema Vera Balcázar.

A mis papás Luis Aspillaga Chapoñan y Lola Becerra Villalobos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones diarias.

A mis amorosos padres Wilson Aspillaga Becerra y Nayú Arrascue Vera que, con ternura, y dedicación me brindaron apoyo.

**DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y FENOLES
TOTALES EN EL FRUTO DE ZAPOTE PERRO (*Capparis scabrida*) CON
POTENCIALES USOS AGROINDUSTRIALES**

**DETERMINATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL
PHENOLS IN THE FRUIT OF ZAPOTE PERRO (*Capparis scabrida*) WITH
POTENTIAL AGROINDUSTRIAL USES**

Aspillaga Arrascue Morelly Lisseth¹

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la actividad antioxidante y fenoles totales en el fruto de zapote perro (*Capparis scabrida*) con potenciales usos agroindustriales. Para lograr el objetivo se planteó determinar la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante del fruto del zapote de dos zonas geográficas de producción, sometido a tratamiento térmico. Asimismo, se determinó la cantidad de estos compuestos en la harina obtenida a partir del zapote de las zonas en investigación. Los resultados evidenciaron que la temperatura y la zona geográfica de producción influyen significativamente en la cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante. Por otro lado, se alcanzó a determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante del fruto en fresco y procesado del zapote perro, dando como resultado un potencial uso agroindustrial como brownies, lo que conlleva a que este fruto debe ser valorado en la producción y comercialización.

Palabras Clave: Zapote perro, Harina, *Capparis scabrida*, Actividad Antioxidante, Fenoles Totales

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the antioxidant activity and total phenols in the dog sapote fruit (*Capparis scabrida*) with potential agro-industrial uses. To achieve the objective, it was proposed to determine the amount of total phenols and the antioxidant activity of the sapote fruit from two geographical areas of production, subjected to heat treatment. Likewise. The amount of these compounds in the flour obtained from the sapote of the areas under investigation was determined. The results showed that the temperature and the geographical area of production significantly influence the amount of total phenols and antioxidant activity. On the other hand, it was possible to determine the amount of Total Phenols and the antioxidant activity of the fresh and processed fruit of the dog sapote, resulting in a potential agro-industrial use such as brownies, which means that this fruit should be valued in production and marketing.

Key Words: Dog sapote, Flour, *Capparis scabrida*, Antioxidant Activity, Total Phenols

¹*Adscrita a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Estudiante. Universidad Señor de Sipán., Pimentel. Lambayeque. Perú, email: aarrascuemore@crece.uess.edu.pe*

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Antecedentes del Estudio	15
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.4. Formulación del Problema	20
1.5. Justificación e importancia del estudio	20
1.6. Hipótesis	20
1.7. Objetivos	20
1.7.1. Objetivo General	20
1.7.2. Objetivos Específicos	21
II. MÉTODO	22
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	22
2.1.1. Tipo de Investigación	22
2.1.2. Diseño de Investigación	25
2.2. Población y Muestra	25
2.2.1. Población	25
2.2.2. Muestra	25
2.3. Variables/Operacionalización	25
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad	28
2.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos	28
2.4.1.1. <i>Materiales</i>	28
2.4.1.2. <i>Sustancias</i>	28
2.4.1.3. <i>Equipos</i>	28
2.4.1.4. <i>Reactivos</i>	28

2.5. Procedimientos de Preparación de Muestras	29
2.6. Procedimientos Experimentales	29
2.7. Procedimientos de Análisis	30
2.8. Procedimientos de Análisis de Datos	34
2.9. Criterios Éticos	36
III. RESULTADOS	37
3.1. Objetivo Específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción	37
3.1.1. Fenoles totales	37
3.1.2. Actividad Antioxidante	39
3.2. Objetivo Específico 2: Determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción	41
3.2.1. Fenoles totales	41
3.2.2. Actividad Antioxidante	42
3.3. Objetivo Específico 3: Analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales: <i>discusión</i>	43
IV. CONCLUSIONES	48
V. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño factorial para lograr el objetivo específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.....	23
Tabla 2 Diseño Completamente al Azar para lograr el objetivo específico 2: determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.....	24
Tabla 3 Operacionalización de variables para objetivo específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.....	25
Tabla 4 Operacionalización de variables para objetivo específico 2: determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.....	26
Tabla 5 Operacionalización de variables para objetivo específico 3: analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales.....	27
Tabla 6 Curva de Fenoles Totales.....	31
Tabla 7 Curva de Antioxidantes.....	33
Tabla 8 ANOVA con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$).....	34
Tabla 9 ANOVA para un diseño factorial con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$).....	35
Tabla 10 Resultados de fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) en promedio de 3 repeticiones.....	37
Tabla 11 Resultados de Actividad Antioxidante (uM equiv. Trolox/g) en promedio \pm DS.....	39
Tabla 12 Resultados de Fenoles Totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) en promedio \pm DS.....	41
Tabla 13 Resultados de Actividad Antioxidante (uM equiv trolox/ g) en promedio \pm DS.....	42
Anexo 1 (Resultados de absorbancias por zona de producción y temperatura – Fenoles Totales zapote fresco (con repeticiones)	53

Anexo 2 Resultados promedio de absorbancias por zona de producción y temperatura – Fenoles Totales zapote fresco.....	53
Anexo 3 Resultados de absorbancias por zona de producción y temperatura – Actividad Antioxidante zapote fresco (con repeticiones)	54
Anexo 4 Resultados promedio de absorbancias por zona de producción y temperatura – Actividad Antioxidante zapote fresco.....	54
Anexo 5 Resultados de absorbancias fenoles totales por zona de producción en harina de zapote (con repeticiones)	54
Anexo 6 Resultados promedio de absorbancias fenoles totales por zona de producción en harina de zapote.....	55
Anexo 7 Resultados de actividad antioxidante por zona de producción en harina de zapote (con repeticiones)	55
Anexo 8 Resultados promedio de actividad antioxidante por zona de producción en harina de zapote.....	55
Anexo 9 Resultados del Análisis de Varianza para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción, sometidos diferentes temperaturas...	55
Anexo 10 Resultados de prueba de Tukey para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción.....	56
Anexo 11 Resultados de prueba de Tukey para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco sometido a cinco temperaturas diferentes.....	56
Anexo 12 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para FENOLES TOTALES (mg Eq. Ac. Gálico /100g) con intervalos de confianza del 95.0%.....	56
Anexo 13 Resultados del Análisis de Varianza para Actividad Antioxidante (uM equiv. Trolox/g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción, sometidos diferentes temperaturas.....	57
Anexo 14 Resultados de prueba de Tukey para Actividad Antioxidante (ug eq trolox/g) del zapote perro fresco sometido a cinco temperaturas diferentes.....	57
Anexo 15 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (uM equiv. Trolox/g) con intervalos de confianza del 95.0%.....	58
Anexo 16 Resultados de prueba de Tukey para Fenoles Totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) de la harina de zapote perro de dos zonas de producción.....	59
Anexo 17 Resultados de prueba de Tukey para Actividad Antioxidante (uM equiv trolox/ g) de la harina de zapote perro de dos zonas de producción.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto del Zapote Perro	17
Figura 2. Interacción de Variables para Fenoles Totales	35
Figura 3. Interacción de Variables para Actividad Antioxidante	39

I.INTRODUCCIÓN

En pleno siglo XXI, existe una predilección mundial en torno a la consumición alimentaria que proveen resultados beneficiosos para las personas, las primordiales indagaciones manifiestan que la composición nutricional obtenida de arbustos como bandeja de componentes funcionales en los resultados nutricionales puede reducir el peligro de problemas del corazón y el sistema nervioso.

Los compuestos bioactivos como los fenoles (presentes en diversos frutos) poseen alta capacidad antioxidante, lo cual genera que el alimento que lo contiene, además de nutrir tenga propiedades beneficiosas para la salud. Posiblemente el zapote perro (*Capparis scabrida*), además de otros nutrientes, sea una fuente rica de fenoles totales; este fruto se encuentra disponible a lo largo y ancho de los bosques secos peruanos y tiene una escasa investigación.

1.1. Realidad Problemática

Los bosques secos están cobrando importancia a nivel mundial, esto debido a que muchos países extranjeros están sufriendo extremas sequías. Tal es el caso de Italia que enfrentó una de las sequías más alarmantes de su historia, pues algunas ciudades de ese país exigen el estado de catástrofe natural, las campañas delatan estropicios importantes y Roma planifica limitar el agua corriente (La Capital, 2017).

Otro país azotado por las inmensas sequías es Somalia, pues la carencia de agua limpia y aseo inadecuado permiten el surgimiento de enfermedades mortales en campos de desplazados, Las hambrunas se avecinan entretanto las sequías se expanden en África y distintos conflictos acordonan zonas que padecen carencias exorbitantes (Gettleman, 2017). Sin embargo, ayuda humanitaria aborda estos países, pero es insuficiente, las sequías son impermutables y cada vez aparecen con más fuerza que la anterior.

Los bosques secos se encuentran en América y África. Costa Rica, El Salvador, México, Colombia, Bolivia, Argentina, Paraguay, Ecuador, Perú, Venezuela y hasta la India y Madagascar (Mongabay, 2017). Todos juntos suman 11 500 000 kilómetros cuadrados, una extensión más grande que México y Estados Unidos juntos (Mongabay, 2017).

Pese al prestigio de los bosques secos como sumidero de carbono para aplacar el cambio climático o la oportunidad que ofrecen para el incremento de actividades sostenibles como el ecoturismo, el bosque seco es un ecosistema poco indagado que requiere de una considerable atención de las jurisdicciones (Catalunya Vanguardista, 2016).

Para indicar con precisión la extensión de bosques secos en Perú, existen carencias de investigación; no hay un mapa que marque adecuadamente todas las áreas de bosques secos; en las investigaciones existentes se encuentra datos diferentes, no se sabe con exactitud la cantidad de bosques secos en Perú (Mongabay, 2017).

Se evidencia escasa información sobre los bosques secos interandinos, el gran problema de siempre es que no hay estudios que nos den información”, afirma para Mongabay Latam Reynaldo Linares, Investigador del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Perú y experto en bosques secos (Mongabay, 2017). Es por esta razón que en la actualidad debido a la insuficiente indagación muchos universitarios

investigadores están en busca de respuestas, respuestas que servirán para realzar la conciencia frente al cuidado de los bosques secos.

Según Mongabay (2017) existen alrededor de 3 millones 600 mil hectáreas de bosques secos entre las regiones norteñas de Piura, Tumbes, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Áncash, de acuerdo con la Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático del 2016.

Según Rivera (2017) el sapote del bosque de Prosopis-Capparis contiene 30arb/ha lo que equivale a 6.16% de la zona de investigación, no predomina en su totalidad, en el bosque de Capparis el sapote oscila entre los 98 árboles/hectárea lo que equivale al 85%, la variedad dominadora del bosque.

Dentro de la flora que compone los boques secos en Perú, se encuentran los zapotales que producen un fruto denominado zapote perro. Aproximadamente, cada zapotal produce 5 a 20 unidades de zapotes perro de 104 gramos en promedio (Moscol, 2018).

Entre los componentes de este fruto se encuentran los glucósidos, ácidos orgánicos, grasas, resinas, taninos, saponinas, calcio, fierro, magnesio, potasio, sodio carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y fenoles totales (Moscol, 2018).

Según Abarca y Petricevich (2018) Los compuestos fenólicos desempeñan en nuestro organismo una serie de actividades importantes como el metabolismo, crecimiento, reproducción y defensa frente a microorganismos infecciosos. Son importantes para la industria de alimentos y la salud, pues contienen poder antioxidante que previene la diabetes, cáncer, inflamaciones, envejecimiento de las células, alergia y además ayuda a contrarrestar la evolución de la osteoporosis y problemas cardiacos.

Los compuestos fenólicos por su poder antioxidante son encargados de apoderarse y neutralizar los radicales libres, quienes son los causantes de enfermedades (cardiovasculares, diabetes, cáncer, arterioesclerosis, entre otras) que hoy en día generan muertes en la población (Gordo, 2018).

Si bien los compuestos fenólicos son muy importantes, la cantidad presente en los frutos podría variar por el territorio o zona de crecimiento (De Los Ríos, 2019). Navarro, Guzmán, & Gonzales (2018) aseguran que la variabilidad relevante del desarrollo físico

y compuestos químicos de los frutos están relacionados a la zona geográfica de producción.

Asimismo, cuando las materias primas que contienen fenoles totales son sometidas a procesos industriales, la cantidad de estos compuestos podrían degradarse por diversos factores (como la luz, oxígeno, pH, actividad enzimática), siendo la temperatura uno de los principales factores (Vidaurre, Diaz, Mendoza, & Solano, 2017; Sánchez, Cortez, Solano, & Vidaurre, 2015)

El problema con el zapote perro en relación con los fenoles totales es el desconocimiento de la cantidad presente de estos compuestos en este fruto y su respectiva actividad antioxidante. Asimismo, se desconoce si existe un potencial uso agroindustrial. En este sentido, el presente trabajo busca determinar la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante del zapote perro de zonas geográficas de producción; asimismo analizar si existe un potencial uso agroindustrial.

1.2. Antecedentes del Estudio

Abreu, Ramirez, Reyes, Viafara, & León (2020) tuvieron como objetivo Caracterizar fisicoquímicamente el aceite y la pulpa de la semilla de *Capparis scabrida*, de los cuales los resultados fueron un alto potencial de ácido eicosapentaenoico, los omegas 6 y 3 se encuentran dentro del rango recomendado de la dieta humana, por lo que tiene una gran ventaja de industrialización para consumo humano.

De los Rios (2019) tuvo como objetivo principal el de determinar el Contenido Fenólico y Capacidad Antioxidante de Guava y Zapote las conclusiones de ambos frutos es que presentan una leve capacidad antioxidante en comparación a otros frutos de mayor concentración de esta actividad.

Salas (2017) tuvo como objetivo principal determinar los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de Machamacha, Condorpausan, Alaybilí y Frambuesa silvestre, a los que los resultados obtenidos en esta investigación corroboran que los frutos

silvestres en estudio contienen una gran cantidad de capacidad antioxidante, contenido de fenoles y antocianinas.

Rosas, Maldonado, Centeno, Abraham, & Cerón, (2017) tuvieron como objetivo el de mostrar el efecto de la Capacidad Antioxidante, Fenoles y Flavonoides totales del pan reemplazado con Harina de Mango -HFM”. Las conclusiones a las que llegaron fueron de que gracias al reemplazo incompleto de la harina de trigo con HFM al 10% se incrementó los niveles de actividad antioxidante y compuestos fenólicos, cuando se sustituyó al 20% de HFM los flavonoides totales aumentaron, es así que, el reemplazo incompleto incrementa la cantidad de compuestos benéficos. Los autores muestran el potencial agroindustrial en este caso del pan reemplazado por harina de mango.

Hernández (2016) tuvo como objetivo principal el de Extraer Antocianinas a base de maíz morado para ser usado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria”, el autor describe la extracción de antocianinas a partir del maíz morado reduciendo el procedimiento en dos fases: la fase inicial de extirpación, y la segunda fase de extracción en pH distintos. En conclusión, Hernández muestra el potencial agroindustrial de este tipo de compuesto fenólico presente en el maíz.

Cortes, Cazares, Flores, Yahuaca, & Padilla, (2016) tuvo como objetivo principal dar a conocer sobre la Actividad Antioxidante en variedades de guayabas frescas. Los resultados de este trabajo concluyen que la capacidad antioxidante en guayabas de pulpa blanca y rosa se encuentran similares y extraordinarias a las estimaciones contenidas por variedades constituidas en el mercado extranjero de pulpa crema; las cinco variedades estudiadas en este trabajo poseen potencial agroindustrial y comercialización en la región.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Zapote Perro (*Capparis scabrida*)

El zapote perro (*Capparis scabrida*) es un género de unas ochocientas setenta y cinco especies de árboles de la familia Capparaceae nativas de América Central y Sudamérica. El fruto del zapote, parejo y aristados, envuelta por una carnosidad suave (endospermo), poco pegajosa, graso, color naranja; la carnosidad es la fracción comible, de sapidez dulzona y de desabridéz nula (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2013).



Figura 1. Fruto del Zapote Perro por UNALM, (2013).

1.3.2. Contenido Nutricional del Zapote Perro

La pulpa del zapote contiene el 15 por ciento de carbohidratos, 24.6 por ciento de proteínas digeribles, 6 por ciento de grasas, también se han encontrado Vitaminas A y C con un valor calórico de 182 calorías por cada 100 gramos; así mismo, las semillas contienen glucósidos, ácidos orgánicos, grasas, resinas, taninos, saponinas, calcio, fierro, magnesio, potasio y sodio, por otro indicando que los frutos de *Capparis scabrida* poseen un alto valor nutritivo (Moscol, 2018).

Por otro lado, el fruto del zapote contiene hasta 34,7% de aceite, entre los que destacan ácido oleico (44,5) %, ácido linoleico (6,6%), ácido esteárico (15%), ácido linolénico (0,4%), ácido palmítico (16,3%) y ácido araquidónico (4,5%) El aceite producido en el fruto es para consumo humano, teniendo así la posibilidad de inmediata industrialización (Moscol, 2018).

1.3.3. Aplicaciones Medicinales y Usos del Zapote Perro

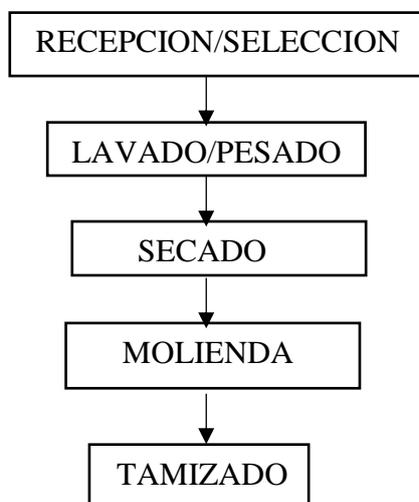
En medicina antigua, la cascara era usada como antialérgico, para eludir hemorragias pulmonares e hipertensión UNALM, (2013). De igual manera, la madera es sencilla de esculpir, por lo que es importante en orfebrería y con la cual se fabrican útiles de cocina, jardinería, zapatería, adornos de casa y ebanistería; asimismo se emplea como leña. También, el zapote es una variedad cuya deforestación está censurada por norma, sin embargo, los árboles son cortados ilegalmente por su madera, con una eminente disminución de los zapotales en el norte del Perú UNALM, (2013).

La goma que exuda el árbol de sapote contiene características que la hacen única, sirve como espesante, emulsionante y estabilizante, es muy prodigiosa en confitería, en la elaboración de tabletas y píldoras (Moscol, 2018). Por otro lado, sirve como recubrimiento natural, ya que presenta excelentes características antimicrobianas, permitiendo que la fruta se conserve en el tiempo, la goma del zapote no produce restos dañinos (Salas, 2017).

1.3.4. Elaboración de Harina de Zapote Perro

- I. Recepción/Selección: recepción y selección a punto de caer de planta
- II. Lavado/Pesado: Lavar con agua para quitar pilosidades estrelladas que recubren al fruto, luego pesar.
- III. Secado: Secado solar 3 a 5 días del fruto.
- IV. Molienda: Moler el endospermo, las semillas y las cascara de zapote secas.
- V. Tamizado: Se tamizó en un colador casero.

Diagrama de Bloques de Harina de Zapote Perro



Fuente: Elaboración Propia (2020)

1.3.5. Compuesto Bioactivo

Es una sustancia química la cual posee una acción o una cualidad biológica, es por esto por lo que se le denomina Bioactivo, tiene cualidades biológicas antimicrobianas, detiene la actividad de creación de óxidos, impide el crecimiento y proliferación parasitaria, últimamente se revelan que los compuestos bioactivos también actúan contra el cáncer y otras enfermedades mortales (Sánchez, 2017).

1.3.6. Actividad Antioxidante

Según Gordo (2018) menciona que la presencia de compuestos fenólicos en frutas está relacionada directamente a la actividad antioxidante.

Vickers (como se citó en Bohórquez, 2016) Menciona que si bien es cierto el proceso de oxidación es necesario, éste puede acarrear múltiples problemas puesto que los seres vivientes albergan innumerables y complejos tipos de antioxidantes y enzimas, así mismo al existir un bajo nivel de antioxidantes en los cuerpos produce agotamiento oxidativo lo que conlleva a la muerte segura de las células vivas.

1.3.7. Fenoles Totales

Los grupos más considerables de fenoles dietéticos son los flavonoides, ácidos fenólicos y los polifenoles; los flavonoides son mucho más investigados y es uno de los conjuntos fenólicos vegetales más amplios, los ácidos fenólicos conforman un conjunto numeroso y estos comprenden los obtenidos del ácido hidroxibenzoico e hidroxicinámico (Leon, 2014).

Según Abarca Vargas & Petricevich (2018) Mencionan que lo más importante de los compuestos fenólicos es la gran capacidad antioxidante que poseen, esto ocurre gracias a que son oxidados a causa de los múltiples grupos hidroxilos presentes en su estructura.

Por otro lado, Gordo (2018) menciona que los compuestos fenólicos poseen características antimicóticas y nos protegen de las bacterias, tienen gran capacidad de impedir el proceso de vida de los patógenos.

1.4. Formulación del Problema

¿Cuál será la cantidad de Compuestos Fenólicos y Actividad Antioxidante que se encontrará en el fruto de zapote perro (*Capparis scabrida*) y que estos posean potenciales usos agroindustriales?

1.5. Justificación e importancia del estudio

Muchos investigadores en la actualidad están en la búsqueda de soluciones ante los diferentes problemas de diversas índoles, en mi caso mi punto de investigación radica en dar a conocer la importancia agroindustrial ambiental y social que el zapote perro (*Capparis scabrida*) posee como materia prima, de esta manera promovería a la producción y comercialización del producto, fuente de trabajo para muchos peruanos, concientización de la población con respecto a la importancia de los bosques secos en la actualidad, y así contribuiría al desarrollo sostenible, perdurable y sustentable del País.

1.6. Hipótesis

Hi: El zapote perro (*Capparis scabrida*) contiene Compuestos Fenólicos Totales, Actividad Antioxidante, con potenciales usos agroindustriales

Ho: El zapote perro (*Capparis scabrida*) no contiene Compuestos Fenólicos Totales, Actividad Antioxidante con potenciales usos agroindustriales

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Determinar la actividad antioxidante y fenoles totales en el fruto de zapote perro (*Capparis scabrida*) con potenciales usos agroindustriales

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.
- Determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.
- Analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales.

II.MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Este trabajo de investigación se realizó a un nivel explicativo, ya que se centró en estudiar la relación causa efecto de variables. Entre uno de los autores que fundamentan el enunciado podemos citar textualmente a Hernández y Mendoza (2018).

Cabe mencionar que este trabajo se abordó la mayoría de los objetivos específicos a nivel experimental, ya que se manipuló variables independientes (temperatura, zona geográfica de producción) y se controló otras variables independientes; de esta manera se determinó el efecto de las variables manipuladas en las variables dependientes (en este caso, cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante). Entre uno de los autores que fundamentan el enunciado también podemos citar textualmente a Hernández y Mendoza (2018).

2.1.2. Diseño de Investigación

En el presente trabajo de investigación, para lograr los objetivos se hizo uso de los siguientes diseños experimentales: Diseño factorial y Diseño Completamente al Azar. En las siguientes tablas se muestran el arreglo y la ecuación estadística de cada uno de estos diseños por objetivo específico planteado.

Para alcanzar el objetivo específico 1 planteado este trabajo de investigación se utilizó un diseño factorial 5 x 2 (ver tabla 1), el cual está definido por la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Y_{ij}: Las variables dependientes, donde se observó el efecto: fenoles totales y actividad antioxidante.

U: media global de todas las mediciones de la variable dependiente.

A_i: Efecto de la variable independiente i: Temperatura.

B_j: Efecto de la variable independiente j: Zona de producción geográfica.

AB_{ij}: Efecto de la interacción de la variable independiente i y de la variable independiente j.

E_{ijk}: El efecto del error.

Tabla 1

Diseño factorial para lograr el objetivo específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción	
	Huaca Bandera de Lambayeque	Santa Cruz de Cajamarca
50	Y _{1,1}	Y _{1,2}
60	Y _{2,1}	Y _{2,2}
70	Y _{3,1}	Y _{3,2}
80	Y _{4,1}	Y _{4,2}
90	Y _{5,1}	Y _{5,2}

Nota. Este diseño experimental cuenta con 10 tratamientos formado por la combinación de 5 niveles de la variable temperatura y 2 niveles de la variable zona geográfica de producción.

Es importante mencionar, en que cada uno de los tratamientos del diseño experimental, la medición de las variables dependientes (cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante) se realizó en tres repeticiones.

Por otra parte, para alcanzar el objetivo específico 2, planteado en este trabajo, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (ver tabla 2) – DCA, el cual tiene la siguiente ecuación estadística:

$$Y_{ij} = U + A_i + E_{ij} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

Y_{ij}: Las variables dependientes, donde se observó el efecto: fenoles totales y actividad antioxidante.

U: media global de todas las mediciones de la variable dependiente.

A_i: Efecto de la variable independiente i: zona de producción geográfica

E_{ij}: El efecto del error.

Tabla 2

Diseño Completamente al Azar para lograr el objetivo específico 2: determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.

Tratamientos	Mediciones
T ₁	Y _{1,1}
T ₂	Y _{2,1}

Nota. **T₁**: Harina de zapote perro de Huaca Bandera de Lambayeque; **T₂**: Harina de zapote perro de Santa Cruz de Cajamarca.

Es importante mencionar, en que cada uno de los tratamientos del DCA, la medición de las variables dependientes (cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante) se realizó en tres repeticiones.

Por último, para analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales (objetivo específico 3), se hizo uso de un diseño documental. Cabe mencionar, que un diseño documental es una estrategia genérica que utiliza datos de fuentes secundarias (información documental) para lograr el objetivo de estudio, estos datos

se analizan, interpretan, critican (Hernández y Mendoza 2018). Es importante aclarar que para el logro de este objetivo se utilizó el análisis e interpretación de los datos recolectados en los diseños experimentales utilizados planteados en los objetivos específicos 1 y 2, reforzado con el análisis e interpretación de datos de fuente secundaria.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Frutos de zapote perro (*Capparis scabrida*) producidos en la zona norte del Perú en el verano 2020.

2.2.2. Muestra

Frutos de zapote perro (*Capparis scabrida*) provenientes de Huaca Bandera – Pacora y Santa Cruz - Cajamarca.

2.3. Variables / Operacionalización

La operacionalización de las variables que se estudiaron en este trabajo se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 3

Operacionalización de variables para objetivo específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.

Variab les	Nivel o escala	indicador	Técnica
<i>Independientes</i>			
Zona geográfica de producción	Huaca Bandera de Lambayeque	---	Geolocalización
	Santa Cruz de Cajamarca		
Temperatura	50 60 70 80 90	Grados centígrados (°C)	Termometría
<i>Dependientes</i>			
Cantidad de fenoles totales	0 - 1000	GAE mg/g p s	Espectrofotometría
Actividad antioxidante	0 -1000	ug eq trolox/g	Espectrofotometría

Nota. Elaboración propia (2020).

Tabla 4

Operacionalización de variables para objetivo específico 2: determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.

VARIABLES	Nivel o escala	Indicador	Técnica
<i>Independientes</i>			
Zona geográfica de producción	Huaca Bandera de Lambayeque Santa Cruz de Cajamarca	-	Geolocalización
<i>Dependientes</i>			
Cantidad de fenoles totales	0 - 1000	GAE mg/g	Espectrofotometría
Actividad antioxidante	0 -1000	ug eq trolox/g	Espectrofotometría

Nota. Elaboración propia (2020).

Por último, para analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales (objetivo específico 3) se tuvo en cuenta las variables que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5

Operacionalización de variables para objetivo específico 3: analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales

Variables	Dimensiones	indicador	Técnica
Zapote perro fresco de Huaca Bandera de Lambayeque			
Zapote perro fresco de Santa Cruz de Cajamarca			
Zapote perro fresco de Huaca Bandera sometido a altas temperaturas	Cantidad de fenoles totales	GAE mg/100g	
Zapote perro fresco de Santa cruz sometido a altas temperaturas	Actividad antioxidante	ug eq trolox/g	Análisis documental
Harina de zapote perro de Huaca Bandera de Lambayeque			
Harina zapote perro de Santa Cruz de Cajamarca			

Nota. Elaboración propia (2020).

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos

2.4.1.1. Materiales

- Tabla para picar
- Cuchillo
- 3 probetas graduadas de 50 y 10 mL
- 3 Fiola 100mL y 500mL
- Puntas para micropipetas
- Cucharas de Acero
- Celdas para espectrofotómetro
- Toallas de papel
- Marcador indeleble
- 6 tubos o Microtubos

2.4.1.2.Sustancias

- Metanol 80% y 100%, Etanol 96%
- Agua Destilada

2.4.1.3.Equipos

- Micropipetas
- Vortex
- Balanza Analítica
- Refrigeradora/Refrigeración
- Microcentrífuga
- Espectrofotómetro
- Baño María
- Baño de Hielo

2.4.1.4. Reactivos

- Reactivo ABTS
- Reactivo de Folin – Ciocalteu
- Carbonato de Sodio
- Acido Gálico

2.5. Procedimiento de Preparación de Muestras

ZAPOTE PERRO FRESCO

Para la obtención del extracto metanólico para análisis de las muestras es el siguiente: Se pesó 250 mg de pulpa del fruto en un microtubo para centrifuga, se agregó 1 mL de metanol al 80%, luego se agitó en el Vortex durante 1 min y se centrifugó a 10 000 rpm durante 15 min. Después se recuperó el sobrenadante y se transfirió a otro microtubo, se agregó al pellet 500 µL de metanol al 100%, se agitó en el Vortex durante 1 min y se centrifugó a 10 000 rpm durante 15 min. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió al microtubo que contiene el sobrenadante obtenido de la primera centrifugación. Finalmente se ajustó el volumen a 2 mL y se cubrió de la luz el microtubo con el extracto y se mantuvo a -20° C, hasta su uso.

ZAPOTE PERRO PROCESADO

Se peso cuatro gramos de harina de zapote y se mezcló con 20 mL de etanol (96%) la mezcla se agitó constantemente durante 24 horas a temperatura de 25°C y en ausencia de luz. Después de este tiempo se centrifugó la muestra a 2250 rpm durante 15 minutos. El sobrenadante fue recolectado y almacenado a 4 °C en ausencia de luz hasta el momento del análisis.

2.6. Procedimientos Experimentales

ZAPOTE PERRO FRESCO

Se sometió el zapato perro en fresco (en su totalidad) al proceso de escaldado (Temperaturas: 50°C, 60°C, 70°C, 80°C y 90°C) por 10 minutos y triplicado.

ZAPOTE PERRO PROCESADO

Se secó el zapote perro mediante secado solar, se pesó el zapote perro (en su totalidad), luego se molió y finalmente se tamizó.

2.7. Procedimientos de Análisis

PREPARACIÓN DE REACTIVOS - CURVA DE FENOLES TOTALES

Para la obtención de la curva de fenoles totales, la preparación de reactivos fue la siguiente:

Primero se procedió a preparar los reactivos, para obtener 100mL de la solución patrón de Acido Gálico a concentración de 0.1mg/mL, se pesó 0,010g y se disolvió en 1mL de etanol; después se aforó con agua destilada a 100mL. Por otro lado, para obtener 100mL de Carbonato de sodio anhidro 20 % p/v, se pesó 20g de carbonato de sodio anhidro y se disolvió en 80 mL de agua destilada hirviendo, se enfrió a temperatura ambiente y después de 24 horas se filtró y aforó a 100 mL con agua destilada. Para la curva de fenoles se usó el Reactivo de Folin-Ciocalteu.

PROCEDIMIENTO CURVA DE FENOLES TOTALES

Para la obtención de datos de la Curva de Fenoles Totales, se procedió de la siguiente manera:

Para el tubo número uno, se añadió 40ul Ácido Gálico, 1660ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio, se agitó y dejó reposar por 30 minutos luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

Para el tubo número dos, se añadió 80ul Ácido Gálico, 1620ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio, se agitó y dejó reposar por 30 minutos luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

Para el tubo número tres, se añadió 120ul Ácido Gálico, 1580ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio, se agitó y dejó reposar por 30 minutos luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

Para el tubo número cuatro, se añadió 160ul Ácido Gálico, 1540ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio, se agitó y dejó reposar por 30 minutos luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

Para el tubo número cinco, se añadió 200ul Ácido Gálico, 1500ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio, se agitó y dejó reposar por 30 minutos luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

Cabe indicar que todo este procedimiento para obtener la curva de fenoles totales se realizó por triplicado.

Tabla 6

Curva de Fenoles Totales

Nº de Tubo	Ác. Gálico (mg/mL)	Ác. Gálico (µl)	Agua destilada (µl)	Agua destilada (µl)	Folin Ciocalteu (µl)	Na ₂ CO ₃ (µl)	Agitar y dejar reposar	Leer en Espectrofotómetro
Blanco	0	0	200					
1	0.02	40	160					
2	0.04	80	120	1500	100	200	30 min	765 nm
3	0.06	120	80					
4	0.08	160	40					
5	1.0	200	0					

Fuente: Elaboración Propia

CUANTIFICACIÓN DE FENOLES TOTALES EN EL FRUTO DE ZAPOTE PERRO FRESCO Y PROCESADO

Para la lectura de absorbancias de los extractos metanólicas de zapote perro en fresco y procesado, se tomó 200ul de muestra se agregó 1500ul de agua destilada, 100ul de Folin Ciocalteu y 200ul de Carbonato de Sodio. Después se agitó y dejó reposar por 30 minutos. Es así que finalmente se tomó lectura en espectrofotómetro a 765 nanómetros.

PREPARACIÓN DE REACTIVOS - CURVA DE ANTIOXIDANTES

Para la obtención de la curva de antioxidantes, la preparación de reactivos es la siguiente:

Primero se procedió a preparar los reactivos, para obtener 100mL de la solución madre de Stock Trolox a concentración de 4mM, se pesó 100g de Trolox y se aforó a 100mL con metanol. Por otro lado, para obtener 5mL de ABTS con persulfato de potasio, se pesó por separado 0.0194g de ABTS (2,2 azinobis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfónico) y 0.0033 g de persulfato de potasio, se aforó a 5mL e incubó en oscuridad a temperatura ambiente por 16 horas. El radical ABTS preparado es estable durante 3 días, lo que se debe realizar durante ese tiempo. También se preparó 500mL de Buffer PBS a concentración de 0.01M, para su preparación se pesó 4 g de NaCl, 0.10 g de KCl, 0.72 g de Na₂HPO₄ y 0.12 de KH₂PO₄, se disolvió en 400 mL de agua, se ajustó el pH a 7.4 con HCl o NaOH, luego se aforó a 500 mL con agua desionizada.

PROCEDIMIENTO CURVA DE ANTIOXIDANTES

Para la obtención de datos de la Curva de Antioxidantes, se procedió de la siguiente manera:

Para el tubo número uno, se añadió 37.5ul de la Solución madre de Trolox y 462.5ul de metanol, se tomó 100ul de esta solución, se agregó 1900ul de ABTS, se agitó y dejó reposar por 7 minutos, luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

Para el tubo número dos, se añadió 30ul de la Solución madre de Trolox y 470ul de metanol, se tomó 100ul de esta solución, se agregó 1900ul de ABTS, se agitó y dejó reposar por 7 minutos, luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

Para el tubo número tres, se añadió 22.5ul de la Solución madre de Trolox y 477.5ul de metanol, se tomó 100ul de esta solución, se agregó 1900ul de ABTS, se agitó y dejó reposar por 7 minutos, luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

Para el tubo número cuatro, se añadió 15ul de la Solución madre de Trolox y 485ul de metanol, se tomó 100ul de esta solución, se agregó 1900ul de ABTS, se agitó y dejó reposar por 7 minutos, luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

Para el tubo número cinco, se añadió 7.5ul de la Solución madre de Trolox y 492.5ul de metanol, se tomó 100ul de esta solución, se agregó 1900ul de ABTS, se agitó y dejó reposar por 7 minutos, luego se procedió a leer en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

Cabe indicar que todo este procedimiento para obtener la curva de antioxidantes se realizó por triplicado.

Tabla 7

Curva de Antioxidantes

Nº de Tubo	Concentración de Trolox μM	Solución madre Trolox (μl)	Metanol 80% (μl)	Tomar (μl)	Solución de ABTS (μl)	Agitar y dejar reposar	Leer en Espectrofotómetro
1	300	37.5	462.5	100			
2	240	30	470	100			
3	180	22.5	477.5	100	1900	7 min	734 nm
4	120	15	485	100			
5	60	7.5	492.5	100			

Fuente: Elaboración Propia

CUANTIFICACIÓN DE ANTIOXIDANTES EN EL FRUTO DE ZAPOTE PERRO FRESCO Y PROCESADO

Para la lectura de absorbancias de los extractos metanólicas de zapote perro en fresco y procesado, se tomó 100ul de muestra se agregó 1900ul de solución ABTS. Después se agitó y dejó reposar por 7 minutos. Es así que finalmente se tomó lectura en espectrofotómetro a 734 nanómetros.

2.8. Procedimientos de análisis de datos

Para analizar los datos recolectados a través del diseño experimental factorial y Diseño Completamente al Azar; se utilizó un Análisis de Varianza (ANAVA) para determinar si al menos un par de tratamientos evaluados presentan diferencias significativas a un nivel de significación del 95% ($\alpha = 0.05$). Luego se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar que pares de tratamientos tienen diferencias significativas. Se utilizó el software Microsoft Excel 2016 y STATGRAPHICS Centurión XVII.I.

Tabla 8

ANOVA con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$)

Fuente de variación (F.V)	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Tratamientos	SST	k-1	SST/(k-1) = MST	MST/ MSE
Error	SSE	n-k	SSE/(n-k) = MSE	
Total	SS Total	n-1		

Nota. Elaboración propia (2020)

Donde SST Suma de cuadrados de Tratamientos

SSE Suma de cuadrados de error

MST Media cuadrática de tratamientos

MSE Media cuadrática de error

k Numero de tratamientos

n Numero de observaciones

Prueba de diferencia significativa de Tukey (HSD)

Se calculó HSD, la diferencia mínima significativa a un cierto nivel de significancia ($\alpha=0,05$), con la siguiente ecuación:

$$HSD = q(t_{glee}, \alpha) x \sqrt{\frac{CMee}{r}}$$

Donde q amplitud total estudentizada. Valor encontrado en la tabla y en función de:

α nivel de significancia

t número de tratamientos

tglee grados de libertad del error experimental

CMee cuadrado medio del error experimental

r número de repeticiones en los tratamientos

Criterios de decisión

Existe diferencia significativa, cuando:

$$d_{ij} = |Y_i - Y_j| \geq HSD$$

Tabla 9

ANOVA para un diseño factorial con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$)

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F _{exp}
Factor A	SCA	a - 1	CMA	CMA/CMR
Factor B	SCB	b - 1	CMB	CMB/CMR
Interacción	SC(AB)	(a - 1) (b - 1)	CM(AB)	CM(AB)/CMR
Residual	SCR	ab (r - 1)	CMR	
TOTAL	SCT	abr - 1	CMT	

* Cuadrado medio total: $CMT = (SCT) / (n - 1)$

* Cuadrado medio de A: $CMA = (SCA) / (a - 1)$

* Cuadrado medio de B: $CMB = (SCB) / (b - 1)$

* Cuadrado medio de la interacción A × B: $CM(AB) = (SC(AB)) / ((a - 1) (b - 1))$

* Cuadrado medio residual: $CMR = (SCR) / (ab (r - 1))$

2.9. Criterios Éticos

En el transcurso de la indagación la información se recogió de fuentes distintas como son: informes, papers, revistas virtuales, artículos de periódico, etc.; siempre teniendo en cuenta al autor de cada texto, esto, se justifica con las citas bibliográficas en mi investigación.

III.RESULTADOS

3.1. Objetivo Específico 1: Determinar el efecto del tratamiento térmico sobre los fenoles totales y capacidad antioxidante en el fruto de zapote perro fresco proveniente de dos zonas geográficas de producción.

3.1.1. Fenoles totales

A continuación, se muestra los resultados de fenoles totales medido al zapote perro procedente de Huaca Bandera y Santa Cruz; sometidos ambas muestras a temperaturas de 50, 60, 70, 80 y 90 ° C.

TABLA 10

Resultados de fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) en promedio de 3 repeticiones

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción			
	Huaca Bandera de Lambayeque		Santa Cruz de Cajamarca	
50	58.19	±0.000	59.35	±0.000
60	58.34	±0.000	59.93	±0.000
70	58.48	±0.000	60.22	±0.000
80	58.63	±0.000	60.51	±0.000
90	58.77	±0.000	58.63	±0.000

Nota. Repeticiones y absorbancias se muestran en el Anexo 1

Los resultados mostrados en la tabla anterior fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANAVA). Según los resultados del ANAVA (ver anexo 9), la temperatura y zona de producción tienen un efecto estadísticamente significativo en la cantidad de fenoles totales con un nivel de significancia del 95% (0.005). Asimismo, la interacción de ambas variables (AB) también tienen un efecto significativo, lo cual significa que el efecto de la temperatura depende de la zona de producción geográfica. Dicho de otra manera, si para algún proceso industrial del zapote perro, se tiene que elegir una temperatura como parámetro, la elección será teniendo en cuenta la zona de producción geográfica.

Para saber que pares de tratamientos de zona de producción geográfica y temperatura presentan diferencias estadísticamente significativas, se realizó una prueba de Tukey a los resultados (ver anexo 10). Como solamente son dos zonas de producción estudiadas, entonces solamente se forma un par de tratamientos. Estos resultados reafirman lo que indica ANAVA, la cantidad de fenoles totales presentes en el zapote perro de Huaca Bandera es

estadísticamente diferente a la cantidad de fenoles totales presentes en el zapote perro de Santa cruz de Cajamarca.

Por otra parte, en el caso de la variable temperatura, se realizó a los resultados la prueba de Tukey (ver anexo 11). Estos resultados demuestran que la cantidad de fenoles totales presente en el zapote perro es estadísticamente significativa en todos los pares de tratamientos de temperaturas.

Por último, la tabla de medias (ver anexo 12) demuestra que el zapote perro de Santa Cruz (Zona de producción), sometido a la temperatura de 80° C presenta mayor cantidad de fenoles totales respecto a los tratamientos de temperatura y zona de producción evaluados.

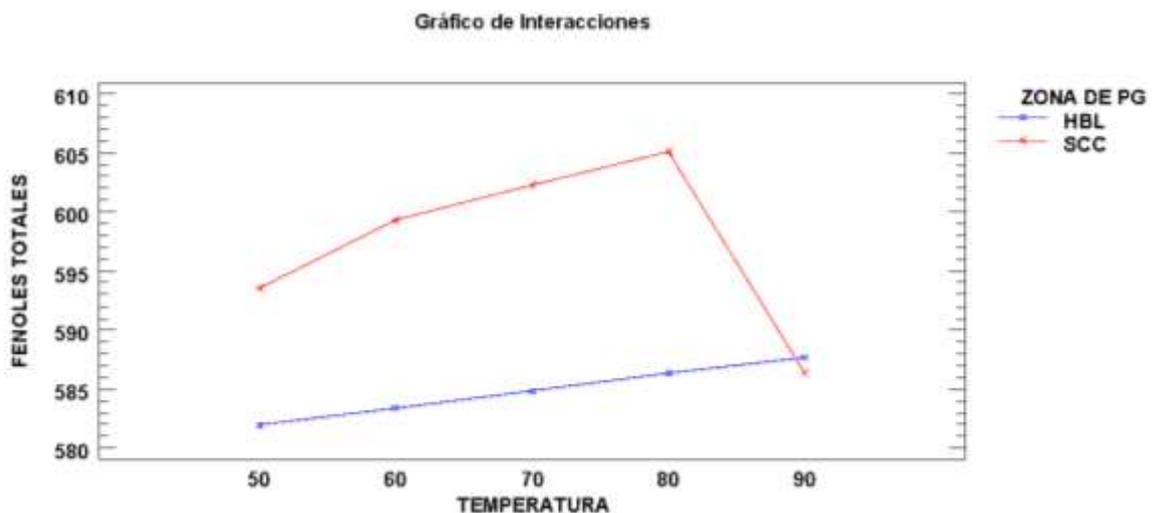


Figura 2. Interacción de Variables para Fenoles Totales

Esta gráfica muestra el comportamiento de la cantidad de Fenoles Totales del zapote perro de Huaca Bandera Lambayeque y Santa Cruz Cajamarca respectivamente, en relación con diversas temperaturas. Para el caso del Zapote perro de Santa Cruz, a medida que aumenta la temperatura, se observa un aumento de la cantidad de fenoles totales, cabe mencionar que esta cantidad cae notablemente a partir de la temperatura 80°C. Mientras que el caso del zapote perro de Huaca Bandera Lambayeque, la cantidad de fenoles aumenta, sin caer a partir de la temperatura 80°C.

Discusión de resultados

Generalmente los fenoles bajo tratamiento térmico tienden a disminuir, este es el caso del zapote perro de Santa Cruz que a 80°C como se muestra en la figura 2, la cantidad de fenoles decrece, mientras que el zapote perro de Huaca Bandera es estable sometido a las mismas temperaturas, pero con un contenido de fenoles totales bajo. Esta situación es fundamentada por Quispe (2017) que menciona que los diversos tratamientos térmicos a altas temperaturas producen un desligue de la pared celular a los compuestos fenólicos, provocando una disminución o un incremento. Por otro lado, el decaimiento del contenido de fenoles totales en los frutos está ligado al tipo de sembrío, la temperatura y el tiempo de cocción Quispe (2017). El mismo fundamento muestran los resultados de Hernández, Benito y Arellanes (2017) donde mencionan que las diferencias significativas en cuanto a la cantidad de compuestos fenólicos se deben a que los frutos analizados provienen de diversas condiciones agroecológicas, variedad genética, madurez y ventana productiva. Esto corroboraría la discrepancia en cuanto a cantidad de compuestos fenólicos en ambos lugares.

3.1.2. Actividad Antioxidante

A continuación, se muestra los resultados de Actividad Antioxidante medido al zapote perro procedente de Huaca Bandera y Santa Cruz; sometidos ambas muestras a temperaturas de 50, 60, 70, 80 y 90 ° C.

Tabla 11

Resultados de Actividad Antioxidante (uM equiv. Trolox/g) en promedio \pm DS

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción			
	Huaca Bandera de Lambayeque		Santa Cruz de Cajamarca	
50	69.1	± 0.173	27.4	± 0.000
60	68.9	± 0.513	27.2	± 0.000
70	69.1	± 0.058	26.1	± 0.000
80	68.0	± 0.361	25.8	± 0.000
90	30.9	± 0.000	25.7	± 0.000

Nota. Repeticiones y absorbancias se muestran en el Anexo 2

Los resultados mostrados en la tabla anterior fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANAVA). Según los resultados del ANAVA (ver anexo 13) la temperatura y zona de producción tienen un efecto estadísticamente significativo en la Actividad Antioxidante con

un nivel de significancia del 95% (0.005). Asimismo, la interacción de ambas variables (AB) también tienen un efecto significativo, lo cual significa que el efecto de la temperatura depende de la zona de producción geográfica. Dicho de otra manera, si para algún proceso industrial del zapote perro, se tiene que elegir una temperatura como parámetro, la elección será teniendo en cuenta la zona de producción geográfica.

Para saber que pares de tratamientos de temperatura presentan diferencias estadísticamente significativas, se realizó una prueba de Tukey a los resultados (ver anexo 14). Estos resultados demuestran que la cantidad de Actividad Antioxidante presente en el zapote perro es estadísticamente significativa en todos los pares de tratamientos de temperaturas.

Por último, la tabla de medias (ver anexo 15), indica que el zapote perro de Huaca Bandera (Zona de producción), sometido a la temperatura de 50° C presenta mayor cantidad de Actividad Antioxidante respecto a los tratamientos de temperatura y zona de producción evaluados.

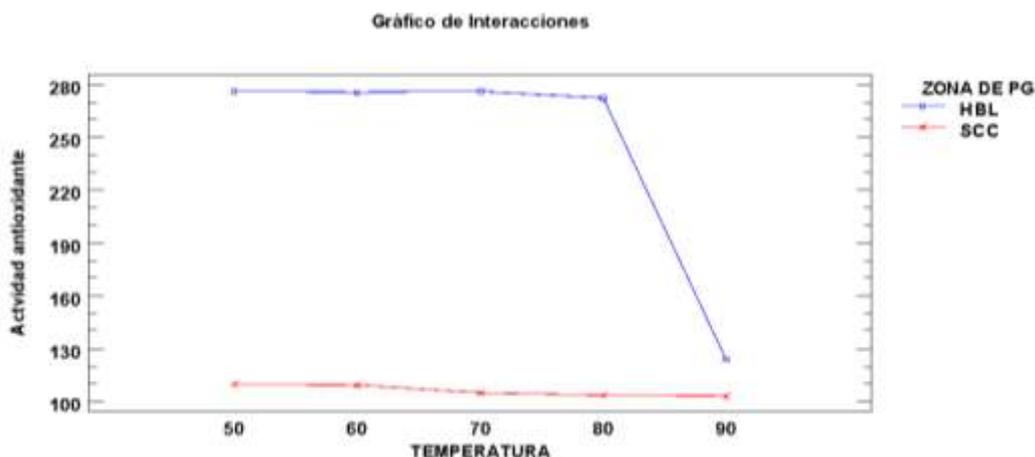


Figura 3. Interacción de Variables para Actividad Antioxidante

Esta gráfica muestra el comportamiento de la Actividad Antioxidante del zapote perro de Huaca Bandera Lambayeque y Santa Cruz Cajamarca respectivamente, en relación con diversas temperaturas. Para el caso del Zapote perro de Huaca Bandera, a medida que aumenta la temperatura, se observa un aumento de la actividad antioxidante, cabe mencionar que esta cantidad cae notablemente a partir de la temperatura 80°C. Mientras que el caso del

zapote perro de Santa Cruz, la actividad antioxidante disminuye, sin caer a partir de la temperatura 80°C.

Discusión de resultados

Como podemos observar en la figura 3, el comportamiento de la actividad antioxidante es similar al comportamiento de la cantidad de fenoles totales mostrado en la figura 2, con la particularidad que en este caso en el zapote de Huaca Bandera la actividad antioxidante cae a partir de 80 °C. Esta situación es fundamentada por Quispe (2017) que menciona que, en algunos casos, el calor produce un deceso en la actividad antioxidante, esto debido a que algunos compuestos son termolábiles, sensibles al calor. Sin embargo, en algunas frutas y hortalizas se ha evidenciado un aumento significativo de la actividad antioxidante esto podría estar relacionado a la ruptura de la membrana celular y la inactivación enzimática Quispe (2017). Así mismo el mismo autor menciona que la especie, tipo, condiciones de cultivo, clima y maduración de un fruto está ligada directamente a la actividad antioxidante. Esto corroboraría la discrepancia en cuanto a la actividad antioxidante de ambos lugares.

3.2. Objetivo Específico 2: Determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción.

3.2.1. Fenoles totales

A continuación, se muestra los resultados de Fenoles totales medido a la harina de zapote perro procedente de Huaca Bandera y Santa Cruz.

Tabla 12

Resultados de Fenoles Totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) en promedio ± DS

Tratamientos	Mediciones	
HBL	46.73	±0.000
SCC	51.37	±0.000

Nota. Repeticiones y absorbancias se muestran en el Anexo 3

Se realizó la prueba de Tukey a la harina (ver anexo 16). Estos resultados demostraron que la cantidad de fenoles totales presentes en la harina de zapote perro de Huaca Bandera es

estadísticamente diferente a la cantidad de fenoles totales presentes en la harina de zapote perro de Santa Cruz de Cajamarca.

Discusión de resultados

Las diferencias significativas en la cantidad de fenoles totales de la harina de Zapote de Huaca Bandera y Harina del zapote de Santa Cruz podrían estar explicada en que las características nutricionales de las materias primas vegetativas se diferencian si su procedencia difiere de sus orígenes geográficos; Asimismo porque las características nutricionales de los vegetales están ligadas directamente al lugar donde los árboles se desarrollan y de su fenología (Burga y Ayala, 2019). Por otro lado, Di Leo (2016) precisa que existen diversos componentes que pueden afectar las características de un fruto, entre ellos: la recolección, características edáficas y los factores genéticos.

Es importante mencionar a la influencia del secado en la cantidad de fenoles totales de la harina de zapote, como lo evidencia Chipana y Ravagnan, (2019) en sus resultados de una disminución de la cantidad de fenoles totales en frutilla después de secado.

3.2.2. Actividad Antioxidante

A continuación, se muestra los resultados de Actividad Antioxidante medido a la harina de zapote perro procedente de Huaca Bandera y Santa Cruz.

Tabla 13

Resultados de Actividad Antioxidante (uM equiv trolox/ g) en promedio \pm DS

Tratamientos	Mediciones	
HBL	8.88	± 0.000
SCC	6.4	± 0.000

Nota. Repeticiones y absorbancias se muestran en el Anexo 4

Se realizó la prueba de Tukey a la harina (ver anexo 17). Estos resultados demostraron que la Actividad Antioxidante presente en la harina de zapote perro de Huaca Bandera es estadísticamente diferente a la Actividad Antioxidante presente en la harina de zapote perro de Santa Cruz de Cajamarca.

Discusión de resultados

La actividad antioxidante está directamente relacionada a la cantidad de fenoles totales; en este sentido, con los resultados que se ha venido presentando hasta esta parte, podemos observar que en la harina de zapote de ambos lugares que se ha estudiado, tanto la cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante ha discutido. Esta situación podría deberse, como ya mencionó con anterioridad a la influencia de la zona de producción, la temperatura del secado, genética, entre otros factores (Burga y Ayala, 2019; Di Leo, 2016).

(Velasco, Bernal, Ordoñez y Hleap, 2019) en su investigación sobre la harina de epicarpio de guayaba demostraron que la actividad antioxidante fue de $62,281 \pm 1,519\%$ (promedio \pm desviación estándar de tres repeticiones). Los autores afirman que a mayor o menor concentración de compuestos fenólicos o de su grado de hidroxilación, se presenta una variación en la actividad de captación de radicales y por lo tanto en la actividad antioxidante.

3.3. Objetivo Específico 3: Analizar si la Capacidad Antioxidante, los Compuestos Fenólicos Totales, encontrados en el zapote perro poseen potenciales usos agroindustriales: *discusión*

Se determinó una cantidad de fenoles de 58.19 mg equiv. Ac. Gálico/100 g de pulpa de zapote perro de Huaca Bandera- Lambayeque y de 59.35 equiv. Ac. Gálico/ 100g de pulpa de zapote de Santa Cruz – Cajamarca. Para discutir si tiene un potencial industrial, resulta relevante comparar esta cantidad de fenoles totales encontrados con una o varias frutas que han venido siendo industrializadas hasta la actualidad. Por ejemplo, las uvas que son industrializadas para la obtención de vino; Bañuelos (2017) en su investigación, determinó que las uvas Rubired tuvieron una concentración de 607.6 equiv. Ac. Gálico/100g, la Merlot 537.1 equiv. Ac. Gálico/g, la Petite Syrah 488.8 mg equiv. Ac. Gálico/100g. y la Cabernet Sauvignon 321.9 mg equiv. Ac. Gálico/100g. Como se puede observar, la cantidad de fenoles presente en zapote perro estudiado de dos zonas geográficas, resulta bastante menor respecto a la cantidad de fenoles que tienen las uvas.

En misma línea, podemos comparar la cantidad de fenoles totales de zapote perro estudiado con la cantidad de fenoles totales presentes en aguaymanto, el cual es industrializado para obtener aguaymanto deshidratado y mermeladas; según Poveda (2014) el aguaymanto fresco presenta una cantidad de compuestos fenólicos de 149.0 mg Eq de ácido gálico/ 100gr de

fruto. Asimismo, con la cantidad de fenoles totales presentes en quinua, que está haciendo industrializada para obtención que a harina que a su vez es utilizada para panificación y elaboración pastas.

Según Repo y Encina (2008) la cantidad de fenoles totales de las quince variedades de quinua son los siguientes: la variedad achachino presenta $68,26 \pm 0,97$ mg/ácido gálico/100 g, Ayrampo tiene $83,49 \pm 0,27$ mg/ácido gálico/100 g, Huariponcho contiene $37,15 \pm 0,09$ mg/ácido gálico/100 g, Rosada frutilla tiene $75,93 \pm 0,47$ mg/ácido gálico/100 g, Pasankalla presenta $53,78 \pm 1,74$ mg/ácido gálico/100 g, Khuchiwila contiene $87,21 \pm 0,93$ mg/ácido gálico/100 g, Kcoyto tiene $77,19 \pm 2$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031179 presenta $61,60 \pm 1,14$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ030723 contiene $88,07 \pm 1,24$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031147 tiene $64,25 \pm 1,40$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031119 presenta $35,29 \pm 0,07$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031052 tiene $58,74 \pm 0,57$ mg/ácido gálico/100 g, Kello presenta $92,82 \pm 4,68$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031058 contiene $84,79 \pm 1,27$ mg/ácido gálico/100 g, PIQ031046 tiene $139,94 \pm 1,80$ mg/ácido gálico/100 g.

Con lo descrito en los párrafos anteriores, si bien el zapote perro presenta menor cantidad de fenoles totales que frutos que son industrializados como la uva fresca y aguaymanto; también se observa que presenta similar, e incluso mayor cantidad de fenoles totales respecto a las diferentes variedades de quinua que actualmente están siendo industrializadas. En este sentido, estos datos evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la cantidad de fenoles totales.

Realizando una comparación de la cantidad de fenoles totales del fruto de zapote perro con algunas frutas silvestres peruanas (investigadas por Salas, 2017) como son: Frambuesa silvestre, Machamacha, Alaybilí y Condorpausan, los resultados en cuanto a la cantidad de fenoles totales son los siguientes: 5370.42 (mg AGE/100 g fruto fresco), 5187.77 (mg AGE/100 g fruto fresco), 4817.80 (mg AGE/100 g fruto fresco) y 4707.21 (mg AGE/100 g fruto fresco) respectivamente. Se determinó que las frutas silvestres antes mencionadas contienen mayor cantidad de fenoles totales que el fruto fresco del zapote perro.

En este estudio se observó que la temperatura tiene un efecto significativo en la cantidad de fenoles totales del zapote perro fresco, asimismo, se observó que la cantidad de estos compuestos disminuye cuando zapote perro fresco es semi industrializado para obtención de

harina. Si comparamos estos resultados con efecto de la temperatura en cantidad de fenoles totales de quinua, se observa un comportamiento similar; como evidencia de esto se tiene a los resultados de Vidaurre (2017) que observo experimentalmente que la cantidad de fenoles totales presentes en la quinua disminuye significativamente por efecto de la temperatura en secado y cocción. En este sentido, estos datos también evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la cantidad de fenoles totales.

Se determinó la actividad antioxidante de 69.1 uM equiv. Trolox/g de fruto de pulpa de zapote perro de Huaca Bandera – Lambayeque y de 27.4 uM equiv. Trolox/g de fruto de pulpa de zapote de Santa Cruz – Cajamarca. Para discutir si tiene un potencial industrial, resulta relevante comparar la actividad antioxidante encontrados con una o varias frutas que han venido siendo industrializadas hasta la actualidad. Por ejemplo, las uvas que son industrializadas para la obtención de vino; Vicente (2019) en su investigación, determinó que las uvas de diversas variedades por medio del método ABTS dieron como resultado lo siguiente: En las pulpas de Uva borgoña blanca 0.39 uM equiv. Trolox/g, Borgoña negra 0.50 uM equiv. Trolox/g, Uva Italia 0.28 uM equiv. Trolox/g, Uva red globe 0.32 uM equiv. Trolox/g, Uva quebranta 0.70 uM equiv. Trolox/g y Uva Uvina 0.89 uM equiv. Trolox/g. Por otro lado, la cáscara de las variedades de Uva dio como resultado: Borgoña blanca 383.71 uM equiv. Trolox/g, Borgoña negra 363.77 uM equiv. Trolox/g, Italia 205.99 uM equiv. Trolox/g, Red globe 381.12 uM equiv. Trolox/g, Quebranta 273.82 uM equiv. Trolox/g y Uvina 359.51 uM equiv. Trolox/g. Como se puede observar, la actividad antioxidante presente en zapote perro estudiado de dos zonas geográficas, resulta bastante mayor respecto a la pulpa de las diversas variedades de uva mientras que es menor respecto a la cáscara de las diversas variedades de uva.

En misma línea, podemos comparar la actividad antioxidante de zapote perro estudiado con la actividad antioxidante presentes en aguaymanto, el cual es industrializado para obtener aguaymanto deshidratado y mermeladas; según Poveda (2014) el aguaymanto fresco presenta $0,3113 \pm 0.458$ (umol Trolox/g) procedente de la ciudad de Pillaro y $0,2304 \pm 0,458$ (umol Trolox/g) procedente de la ciudad de Mejía. Asimismo, con la actividad antioxidante en quinua, que está haciendo industrializada para obtención de harina que a su vez es utilizada para panificación y elaboración de pastas.

Según Repo y Encina (2008) el nivel de actividad antioxidante de las quince variedades de quinua son los siguientes: La variedad achachino presenta $17,7279 \pm 71,68$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Ayrampo tiene $2,3239 \pm 1,54$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Huariponcho contiene $19,0215 \pm 1,27$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Rosada frutilla tiene $14,9416 \pm 64,78$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Pasankalla presenta $1,3891 \pm 14,47$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Khuchiwila contiene $9,1241 \pm 35,29$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Kcoyto tiene $15,1237 \pm 28,33$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031179 presenta $1,1749 \pm 7,90$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ030723 contiene $15,0282 \pm 45,17$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031147 tiene $17,2164 \pm 22,54$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031119 presenta $3,7634 \pm 7,39$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031052 tiene $2,3585 \pm 24,12$ $\mu\text{g Trolox/g}$, Kello presenta $13,6485 \pm 5,21$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031058 contiene $15,0285 \pm 10,45$ $\mu\text{g Trolox/g}$, PIQ031046 tiene $24,0055 \pm 167,91$ $\mu\text{g Trolox/g}$.

Con lo descrito en los párrafos anteriores, si bien el zapote perro presenta menor actividad antioxidante que frutos que son industrializados como la cáscara de la uva fresca; también se observa que presenta mayor actividad antioxidante respecto a las variedades de quinua y el aguaymanto que actualmente están siendo industrializadas. En este sentido, estos datos evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la actividad antioxidante.

Realizando una comparación de la actividad antioxidante del fruto de zapote perro con algunas frutas silvestres peruanas (investigadas por Salas, 2017) como son: Frambuesa silvestre, Machamacha, Alaybilí y Condorpausan, los resultados en cuanto a la cantidad de Actividad Antioxidante son los siguientes: 2501.087 ($\mu\text{g Eq* Trolox/ g}$), 2332.890 ($\mu\text{g Eq* Trolox/ g}$), 2290.290 ($\mu\text{g Eq* Trolox/ g}$) y 2192.465 ($\mu\text{g Eq* Trolox/ g}$) respectivamente. Se determinó que las frutas silvestres antes mencionadas contienen mayor actividad antioxidante que el fruto fresco del zapote perro.

En este estudio se observó que la temperatura y la zona geográfica de producción tiene un efecto significativo en la actividad antioxidante del zapote perro fresco, asimismo, se observó que la cantidad de estos compuestos disminuye cuando el zapote perro fresco es semi industrializado para obtención de harina. Si comparamos estos resultados con efecto de la temperatura en actividad antioxidante de guayaba, se observa un comportamiento similar; como evidencia de esto se tiene a los resultados de Soto y Barraza (2014) que observaron

experimentalmente que la temperatura influyó significativamente sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba. Por otro lado, Según Jurado (2016) menciona que El aguaymanto procedente de Huánuco presentó mayor capacidad antioxidante obteniendo como concentración inhibitoria IC50 1,86 mg/mL, comparado con los frutos provenientes de Junín, Ancash y Cajamarca. En este sentido, estos datos también evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la actividad antioxidante.

Botella (2019) menciona que la cantidad de fenoles totales obtenidos a partir de la harina de castaña equivale a 10,9 mg de ácido gálico / 100gr de muestra. Asto (2019) determinó que la almendra cruda de calabaza presenta 201,095 mg (AGE)/100g. Chipana y Ravagnan (2019) mencionan que el contenido de fenoles totales de harina de frutilla estuvo comprendido entre 1402,7 y 1928,8 mg AG/ 100 g harina.

Los resultados obtenidos a partir de la harina de zapote perro de Santa Cruz Cajamarca respecto a la cantidad de fenoles totales son de 51.37 mg Equiv Ac. Gálico/100gr fruto y de Huaca Bandera Lambayeque son de 46.73 mg Equiv Ac. Gálico/100gr fruto, lo que convierte al zapote perro de ambos lugares por encima de la castaña y por debajo de la harina de calabaza y frutilla. En este sentido, estos datos también evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la cantidad de fenoles totales en fruto procesado.

Botella (2019) menciona que la actividad antioxidante a partir de la harina de castaña equivale a 0,00926mg equivalentes de Trolox / gr de muestra. Asto (2019) menciona que la Capacidad antioxidante presentó valores entre 0,06463 $\mu\text{mol TE/g}$ de almendra tostada y 0,09055 $\mu\text{mol TE/g}$ de almendra cruda de calabaza. Chipana y Ravagnan (2019) observaron experimentalmente que la harina de frutilla, entre 4,598 y 7,222 mg Trolox/g.

Los resultados obtenidos a partir de la harina de zapote perro de Santa Cruz Cajamarca respecto a la actividad antioxidante son de 6.4 $\mu\text{M Equiv. Trolox/gr}$ y Huaca Bandera Lambayeque es de 8.875 $\mu\text{M Equiv. Trolox/gr}$, lo que está por encima de la castaña, la calabaza. Además, la harina de Santa Cruz Cajamarca está por debajo de la harina de frutilla sin embargo la harina de Huaca Bandera está por encima de esta. En este sentido, estos datos

también evidencian de alguna manera el potencial industrial que tiene el zapote perro estudiado respecto a la actividad antioxidante en fruto procesado.

IV. CONCLUSIONES

Se logró determinar la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción, sometido a 5 temperaturas diferentes. Se observó experimentalmente que la temperatura y la zona geográfica de producción influyen significativamente en la cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante.

Se alcanzó a determinar la cantidad de Fenoles Totales y la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir del fruto de zapote perro fresco de dos zonas geográficas de producción. Los resultados de la cantidad de fenoles obtenidos son: de la harina de zapote perro de Santa Cruz fue de 51.37 mg Equiv Ac. Gálico/100gr y de Huaca Bandera fue de 46.73 mg Equiv Ac. Gálico/100gr. Por otro lado, la actividad antioxidante de la harina de zapote perro de Huaca Bandera fue de 8.87 μ M Equiv. Trolox/gr y de Santa Cruz fue de 6.4 μ M Equiv. Trolox/gr.

Se logró analizar que el zapote Perro posee potencial industrial respecto a fenoles totales y actividad antioxidante; se llegó a esta conclusión al comparar los resultados respecto a la concentración de estos compuestos tanto en fruto frescos y harina del fruto. Al comparar los resultados, se observó que el zapote perro presenta, en algunos casos, menor cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante que frutos que están siendo industrializados, y en otros casos, que presentan mayor cantidad. Esta comparación se hizo del zapote perro fresco versus frutos frescos industrializados y harina de zapote perro versus harina de frutos industrializados; entre estos frutos que son industrializados se encuentran: uva fresca, aguaymanto, quinua, frambuesa silvestre, Machamacha, Alaybilí y Condorpausan; harina de castaña, harina de calabaza y harina de frutilla.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar investigación sobre las características organolépticas y fisicoquímicas del Zapote Perro.
- Realizar estudios sobre los posibles usos del zapote perro como aditivo alimentario.
- Realizar estudios sobre compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de zapote perro cosechado.
- Para obtener los frutos del zapote perro estudiado, se recomienda cosecharlos en los meses de enero a marzo.

REFERENCIAS

- Abarca, R., & Petricevich, V. L. (2018). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 14(34), 33-38.
- Abreu, R., Ramirez, W.N, Mera, JJR, Banguera, DV y León, M. (2020). Caracterización fisicoquímica del aceite y pulpa de semilla de *Capparis scabrida*, una fuente potencial de ácido eicosapentaenoico. *Food Bioscience* , 100624.
- Asto, L (2019). Evaluación del contenido de fitoesteroles, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita ficifolia*). (tesis de pregrado) Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bañuelos, F (2017). Contenido de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante de Uvas no Nativas para vino cultivadas en Zacatecas, México. *Revista Agrociencia*, (51) 661-671.
- Bohórquez, R. (2016). Determinación de actividad antioxidante de extractos de hojas de *Diplostephium phyllicoides* (Kunth) Wedd (Bachelor's thesis) (tesis de pregrado) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Bogotá, Colombia.
- Botella, C (2019). Determinación de la composición química, propiedades fisicoquímicas, tecnofuncionales y actividad antioxidante de la harina de castaña. Posterior aplicación de la misma a un producto cárnico cocido tipo salchicha Frankfurt. (tesis de pregrado) Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche, España.
- Burga & Ayala (2020). Evaluación del secado a estufa y solar de hojas de cedrón (*Aloysia citrodora*), para la obtención de filtrante. (tesis de pregrado) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Catalunya Vanguardista. (23 de Septiembre de 2016). La importancia de preservar los bosques secos. *Catalunya Vanguardista*, p. 1. Obtenido de www.catalunyavanguardista.com
- Chipana & Ravagnan (2019). Evaluación de la capacidad antioxidante de harina de frutilla (*Fragaria ananassa*) proveniente de las variedades Festival y Benicia. *AJEA*, 1- 10.

- Cortes, C., Cazares, A., Flores, L., Yahuaca, B., & Padilla, J. S. (2016). Actividad antioxidante en cinco variedades de *Psidium guajava* L. *Agroproductividad*, 9(4).
- De Los Ríos, C. (2019). Contenido de Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante de *Inga edulis* “Guava” y *Pouteria sapota* “Zapote” (tesis de pregrado) Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Di Leo, P (2016). Caracterización fitoquímica del cedrón (*Aloysia citrodora* Paláu, *Verbenáceas*) en Argentina para su normalización. (tesis de doctorado) Universidad de Buenos Aires, Moreno, Argentina.
- Gettleman, J. (29 de Marzo de 2017). La sequía y las guerras aumentan la amenaza de hambruna en cuatro países de África. *The New York Times*, p. 1. Obtenido de www.thenewyorktimes.com
- Gordo, D. A. M. (2018). Los compuestos fenólicos, un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 9(1), 81-104.
- Hernández, Benito & Arellanes (2017). Evaluación de calidad del fruto de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) Var. Biloxi, en dos regiones del Estado de Oaxaca. *Universidad&Ciencia*, 6, 256-273.
- Hernández, V. M. (2016). Extracción de Antocianina a partir de maíz morado (*Zea mays* L) para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria (tesis de pregrado) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Jurado, B (2016). Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, 82(3), 272-279.
- La Capital. (26 de Julio de 2017). Desastre ecológico: Roma afronta un posible racionamiento de agua por la sequía. *La Capital*, p. 1. Obtenido de www.lacapital.com.ar
- Poveda, M (2014). Determinación de la Influencia de las zonas de Producción sobre el contenido de componentes bioactivos y la capacidad antioxidante de cinco frutas andinas. (tesis de pregrado) Universidad de Ambato, Tungurahua, Ecuador.

- Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la sociedad química del Perú*, 74(2), 108-124.
- Romani, L., & Zenaida, C. (2014). Determinación de compuestos bioactivos en la guayaba (*Psidium guajava l.*) (tesis de pregrado) Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú.
- Soto & Barraza, C. (2014). Efecto de la Temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava L.*) variedad criolla roja. *Revista Cientifi-k* 2(2).
- Mongabay. (9 de Febrero de 2017). Perú: El bosque que lucha contra el olvido. (J. L. LAU, Ed.) Mongabay Latam, p. 3.
- Moscol, J. A. (2018). Caracterización física-química para determinación del rendimiento y calidad de la goma exudada de la especie forestal Sapote *Capparis scabrida* HBK, en el área de conservación regional Angostura Faical (tesis de pregrado) Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.
- Navarro, A. A., Guzmán, D., & Gonzales, E. (2018). Influencia de las zonas de crecimiento en la composición físicoquímica del fruto de *Solanum betaceum Cav.* *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(1), 68-76.
- Quispe, L (2017). Fenoles Totales y Actividad Antioxidante en Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Rivera, B. A. D. M. (2018). Caracterización Morfológica y Molecular de la Variabilidad Genética del Sapote (*Capparis Scabrida*) mediante AFLP de Seis Distritos de la Región Lambayeque. Octubre 2015 - Marzo 2016. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Rosas, A., Maldonado, C., Centeno, M., Abraham, M., & Cerón, A. (2017). Efecto en la capacidad antioxidante, fenoles y flavonoides totales del pan bolillo parcialmente sustituido con harina de fibra de mango. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimento*, 2(1), 15-20.

- Salas, T. S. (2017). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan), *Vaccinium floribundum* Kunth (ALAYBILÍ) y *Rubus roseus* Poir (frambuesa silvestre) (Tesis de pregrado) Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac, Perú.
- Sánchez, F. (10 de Marzo de 2017). Compuestos bioactivos a partir de cáscara de Granada. 1. Obtenido de www.mipatente.com
- Sánchez, W., Cortez, J., Solano, M., & Vidaurre, J. (2015). Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) y miel de abeja, 6(2), 111-118.
- Velasco, Bernal, Ordoñez & Hleap (2019). Caracterización del epicarpio de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa natural para uso en productos alimenticios procesados. Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 1 – 11.
- Vicente, M (2019). Determinación de Capacidad Antioxidante y Fenoles Totales en frutos de *Vitis vinífera* L. “Vid”, del Valle de Cañete. (tesis de pregrado) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Vidaurre, J. M., Días, G., Mendoza, E., & Solano, M. Á. (2017). Variación del contenido de Betalaínas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Revista de la Sociedad Química del Perú, 83(3), 319-330.

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de absorbancias por zona de producción y temperatura – Fenoles Totales zapote fresco (con repeticiones)

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción					
	Huaca Bandera de Lambayeque (HBL)			Santa Cruz de Cajamarca (SCC)		
50	0.482	0.482	0.482	0.490	0.490	0.490
60	0.483	0.483	0.483	0.494	0.494	0.494
70	0.484	0.484	0.484	0.496	0.496	0.496
80	0.485	0.485	0.485	0.498	0.498	0.498
90	0.486	0.486	0.486	0.485	0.485	0.485

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2

Resultados promedio de absorbancias por zona de producción y temperatura – Fenoles Totales zapote fresco

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción	
	Huaca Bandera de Lambayeque	Santa Cruz de Cajamarca
50	0.482	0.490
60	0.483	0.494
70	0.484	0.496
80	0.485	0.498
90	0.486	0.485

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3

Resultados de absorbancias por zona de producción y temperatura – Actividad Antioxidante zapote fresco (con repeticiones)

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción					
	Huaca Bandera de Lambayeque (HBL)			Santa Cruz de Cajamarca (SCC)		
50	0.007	0.010	0.010	0.426	0.426	0.426
60	0.017	0.010	0.007	0.428	0.428	0.428
70	0.010	0.009	0.009	0.439	0.439	0.439
80	0.016	0.023	0.021	0.442	0.442	0.442
90	0.391	0.391	0.391	0.443	0.443	0.443

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

Resultados promedio de absorbancias por zona de producción y temperatura – Actividad Antioxidante zapote fresco

Temperatura (°C)	Zona geográfica de producción	
	Huaca Bandera de Lambayeque	Santa Cruz de Cajamarca
50	0.009	0.426
60	0.011	0.428
70	0.009	0.439
80	0.020	0.442
90	0.391	0.443

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5

Resultados de absorbancias fenoles totales por zona de producción en harina de zapote (con repeticiones)

Tratamientos	Mediciones		
HBL	0.403	0.403	0.403

SCC	0.435	0.435	0.435
-----	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6

Resultados promedio de absorbancias fenoles totales por zona de producción en harina de zapote

Tratamientos	Mediciones
HBL	0.403
SCC	0.435

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7

Resultados de actividad antioxidante por zona de producción en harina de zapote (con repeticiones)

Tratamientos	Mediciones		
HBL	0.345	0.345	0.345
SCC	0.444	0.444	0.444

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8

Resultados promedio de actividad antioxidante por zona de producción en harina de zapote

Tratamientos	Mediciones
HBL	0.345
SCC	0.444

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9

Resultados del Análisis de Varianza para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción, sometidos diferentes temperaturas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor-P
Efectos Principales				

A: Temperatura	332.04	4	83.01	0.0000
B: Zona de PG	1164.39	1	1164.39	0.0000
Interacciones				
AB	40.3908	4	100.977	0.0000
Residuos	0	20	0	
Total (Corregido)	1900.34	29		

Nota. PG: producción geográfica

Anexo 10

Resultados de prueba de Tukey para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HBL - SCC	*	-12.46	5.74271E-8

Nota. * indica una diferencia significativa. HBL: Huaca Bandera Lambayeque; SCC: Santa cruz de Cajamarca

Anexo 11

Resultados de prueba de Tukey para fenoles totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) del zapote perro fresco sometido a cinco temperaturas diferentes

Contrast	Sig.	Diferenci	+/- Límites
e		a	
50 - 60	*	-3.65	1.30295E-7
50 - 70	*	-5.8	1.30295E-7
50 - 80	*	-8.0	1.30295E-7
50 - 90	*	0.7	1.30295E-7
60 - 70	*	-2.15	1.30295E-7
60 - 80	*	-4.35	1.30295E-7
60 - 90	*	4.35	1.30295E-7
70 - 80	*	-2.2	1.30295E-7
70 - 90	*	6.5	1.30295E-7
80 - 90	*	8.7	1.30295E-7

Nota. * indica una diferencia significativa.

Anexo 12

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para FENOLES TOTALES (mg Eq. Ac. Gálico /100g) con intervalos de confianza del 95.0%

Error	Límite	Límite
-------	--------	--------

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL TEMPERATURA	30	59.105			
50	6	58.77	3.07797E-8	58.77	58.77
60	6	59.135	3.07797E-8	59.14	59.14
70	6	59.35	3.07797E-8	59.35	59.35
80	6	59.57	3.07797E-8	59.57	59.57
90	6	58.70	3.07797E-8	58.70	58.70
ZONA DE PG					
HBL	15	58.48	1.94668E-8	58.48	58.48
SCC	15	59.73	1.94668E-8	59.73	59.73
TEMPERATURA por ZONA DE PG					
50, HBL	3	58.19	4.35291E-8	58.19	58.19
50, SCC	3	59.35	4.35291E-8	59.35	59.35
60, HBL	3	58.34	4.35291E-8	58.34	58.34
60, SCC	3	59.93	4.35291E-8	59.93	59.93
70, HBL	3	58.48	4.35291E-8	58.48	58.48
70, SCC	3	60.22	4.35291E-8	60.22	60.22
80, HBL	3	58.63	4.35291E-8	58.63	58.63
80, SCC	3	60.51	4.35291E-8	60.51	60.51
90, HBL	3	58.77	4.35291E-8	58.77	58.77
90, SCC	3	58.63	4.35291E-8	58.63	58.63

Anexo 13

Resultados del Análisis de Varianza para Actividad Antioxidante (uM equiv. Trolox/g) del zapote perro fresco de dos zonas de producción, sometidos diferentes temperaturas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TEMPERATURA	28982.0	4	7245.51	10613.5	0.0000
B: ZONA DE PG	144880.	1	144880.	212226.	0.0000
INTERACCIONES					
AB	26216.7	4	6554.17	9600.83	0.0000
RESIDUOS	13.6533	2	0.682667		
TOTAL	200092.	2			
(CORREGIDO)		9			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo 14

Resultados de prueba de Tukey para Actividad Antioxidante (ug eq trolox/g) del zapote perro fresco sometido a cinco temperaturas diferentes

<i>Contrast e</i>	<i>Sig .</i>	<i>Diferenci a</i>	<i>+/- Límites</i>
50 - 60		0.866667	1.42788
50 - 70	*	2.666667	1.42788
50 - 80	*	5.4	1.42788
50 - 90	*	79.8	1.42788
60 - 70	*	1.8	1.42788
60 - 80	*	4.533333	1.42788
60 - 90	*	78.93333	1.42788
70 - 80	*	2.733333	1.42788
70 - 90	*	77.13333	1.42788
80 - 90	*	74.4	1.42788

* indica una diferencia significativa.

Anexo 15

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (uM equiv. Trolox/g) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Caso s</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	30	175.25			
TEMPERATURA					
50	6	193.0	0.3373	192.29	193.70
			1	6	4
60	6	192.13	0.3373	191.43	192.83
		3	1		7
70	6	190.33	0.3373	189.63	191.03
		3	1		7
80	6	187.6	0.3373	186.89	188.30
			1	6	4
90	6	113.2	0.3373	112.49	113.90
			1	6	4
ZONA DE PG					
HBL	15	244.74	0.2133	244.30	245.19
		7	33	2	2
SCC	15	105.76	0.2133	105.31	106.20
			33	5	5
TEMPERATURA por ZONA DE PG					

50,HBL	3	276.4	0.4770	275.40	277.39
			28	5	5
50,SCC	3	109.6	0.4770	108.60	110.59
			28	5	5
60,HBL	3	275.46	0.4770	274.47	276.46
		7	28	2	2
60,SCC	3	108.8	0.4770	107.80	109.79
			28	5	5
70,HBL	3	276.26	0.4770	275.27	277.26
		7	28	2	2
70,SCC	3	104.4	0.4770	103.40	105.39
			28	5	5
80,HBL	3	272.0	0.4770	271.00	272.99
			28	5	5
80,SCC	3	103.2	0.4770	102.20	104.19
			28	5	5
90,HBL	3	123.6	0.4770	122.60	124.59
			28	5	5
90,SCC	3	102.8	0.4770	101.80	103.79
			28	5	5

Anexo 16

Resultados de prueba de Tukey para Fenoles Totales (mg Eq. Ac. Gálico /100g) de la harina de zapote perro de dos zonas de producción

Contraste	Sig	Diferencia	+/- Límites
HBL - SCC	*	-46.44	0

Anexo 17

Resultados de prueba de Tukey para Actividad Antioxidante (uM equiv trolox/ g) de la harina de zapote perro de dos zonas de producción

Contraste	Sig	Diferencia	+/- Límites
HBL - SCC	*	2.475	0

* indica una diferencia significativa

