



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL Y
COMERCIO EXTERIOR**

“EFECTO DEL TIEMPO Y EL COLOR DEL ENVASE EN EL
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
EN EL ZUMO DE FRESA (*fragaria vesca*) ALMACENADOS A
REFRIGERACIÓN”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

AUTOR:

ZUMARAN VALDERRAMA MELVIN RUDY

ASESOR:

ING. HUBERT LUZDEMIO ARTEAGA MIÑANO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

TRUJILLO - PERÚ

2018

PAGINAS DEL JURADO

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado por la escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior.

La tesis denominada:

“EFECTO DEL TIEMPO Y EL COLOR DEL ENVASE EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL ZUMO DE FRESA (*fragaria vesca*) ALMACENADOS A REFRIGERACIÓN”

Presentado por:

.....
Zumaran Valderrama, Melvin Rudy

Aprobado por:

.....
Ing. María Elena León Marrou
Presidente

.....
Ing. Sandra Elizabeth Pagador
Secretario

.....
Ing. Hubert Arteaga Miñano
Vocal

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. A mí Querida familia por apoyarme siempre, por su ejemplo de constancia, disciplina y su aliento para lograr mis metas.

También a mis amigos quienes me brindaron todo el apoyo, y en especial a una persona quien siempre estuvo en todo momento brindándome todo su respaldo como una hermana gracias S.E.A.T.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradeciendo a Dios, que desde el cielo me brindan la fortaleza que me permite culminar esta etapa de mi vida y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

También a mi asesor al Ing. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano quien me brindo sus conocimientos y la orientación para la ejecución de este proyecto de tesis.

A mi familia, que con su aliento y amor siempre me impulsaron para seguir adelante y lograr esta hermosa realidad y todos mis amigos por su apoyo incondicional.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo **Melvin Rudy Zumaran Valderrama** con DNI N°**47039486**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 22 de Mayo del 2017

.....
Melvin Rudy Zumaran Valderrama

DNI: 47039486

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante la Tesis titulada “Efecto del tiempo y el color del envase en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en el zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados a refrigeración”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior

Melvin Rudy Zumaran Valderrama

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	vi
PRESENTACIÓN	vii
INDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCION	2
1.1. REALIDAD PROBLEMATICA	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS	3
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	9
1.3.1. FRESA	9
1.3.2. ZUMO	20
1.3.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTES	22
1.3.4. METODO DPPH	23
1.3.5. ANTOCIANINAS	23
1.3.6. ENVASES	27
1.3.7. TIEMPO	28
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	29
1.6. HIPOTESIS	30
1.7. OBJETIVOS	30
1.7.1. GENERAL	30
1.7.2. ESPECÍFICOS	30
II. MARCO METODOLOGICO	31
2.1. VARIABLES	31
2.1.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	31
2.1.2. VARIABLES DEPENDIENTES	31
2.2. OPERACIONALIZACIÓN	31
2.3. TIPO DE ESTUDIO	35
2.3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE ZUMO DE FRESA (<i>Fragaria vesca</i>) ALMACENADO A REFRIGERACIÓN.	35

2.3.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE ZUMO DE FRESA (<i>Fragaria vesca</i>) ALMACENADO A REFRIGERACIÓN.....	36
2.3.3.	DIAGRAMA EXPERIMENTAL.....	37
2.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
2.5.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	38
2.5.1.	POBLACIÓN.....	38
2.5.2.	MUESTRA	38
2.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
2.6.1.	SOLIDOS SOLUBLES (°Brix).....	38
2.6.2.	PH	38
2.6.3.	ACIDEZ TITULABLE.....	39
2.6.4.	COLOR	39
2.6.5.	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	39
2.6.6.	CUANTIFICACION DE ANTOCIANINAS	39
2.7.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	40
2.8.	ASPECTOS ÉTICOS.....	40
III.	RESULTADOS	41
3.1.	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ZUMO DE FRESA (<i>fragaria vesca</i>) EN LOS ENVASES DE VIDRIO DE COLOR ÁMBAR Y TRANSPARENTE ALMACENADOS A REFRIGERACION.....	41
3.2.	CUANTIFICACION DE LAS ANTOCIANINAS DEL ZUMO DE FRESA (<i>fragaria vesca</i>) EN LOS ENVASES DE VIDRIO DE COLOR ÁMBAR Y TRANSPARENTE ALMACENADOS A REFRIGERACION.....	43
IV.	DISCUSION.....	45
V.	CONCLUSIONES.....	47
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
VII.	ANEXOS.....	53
ANEXO 01.	SOLIDOS SOLUBLES (°Brix).....	54
ANEXO 02.	PH	55
ANEXO 03.	ACIDEZ TITULABLE.....	56
ANEXO 04.	COLOR	57
ANEXO 05	(DPPH).....	58
ANEXO 06:	METODO PH DIFERENCIAL.....	61
ANEXO 07:	ANALISIS ESTADISTICOS	63
ANEXO 08:	IMÁGENES DE LOS PRIMEROS ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	73

INDICE DE TABLAS

Ítem	Contenido	Página
Tabla 1.	Taxonomía de la fresa (<i>fragaria</i>)	10
Tabla 2.	Características organolépticas de la fresa	12
Tabla 3.	Composición nutricional de la fresa (100 g)	13
Tabla 4.	Plagas de la <i>fragaria vesca</i>	15
Tabla 5.	Enfermedades presentes en la <i>fragaria vesca</i>	16
Tabla 6.	Principales productores mundiales de Fresa	17
Tabla 7.	Superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de fresa en el Perú	19
Tabla 8.	Bandas de absorción de las antocianinas más comunes	26
Tabla 9.	Operacionalización de variables	32
Tabla 10.	Actividad antioxidante total del zumo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.	40
Tabla 11.	Cuantificación de las antocianinas en el zumo (<i>fragaria vesca</i>) de fresa almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.	42
Tabla 12.	Diluciones de las muestras a analizar	58
Tabla 13.	Determinación de los sólidos solubles del zumo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.	62
Tabla 14.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,005$) (SS)	63

Tabla 15.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable solidos solubles	63
Tabla 16.	Determinación del % AT del zumo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) almacenados en envases ámbar y envase transparente refrigeración de 5°C.	64
Tabla 17.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (% AT)	65
Tabla 18.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable % AT	65
Tabla 19 .	Determinación del pH del zumo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.	66
Tabla 20.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (pH)	67
Tabla 21.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable pH	67
Tabla 22.	Determinación del color (absorbancia) del zumo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.	68
Tabla 23.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (color)	69
Tabla 24.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable color	69
Tabla 25.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (IC50)	70
Tabla 26.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable (IC50)	70
Tabla 27.	Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (Antocianinas)	71
Tabla 28.	Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable (Antocianinas)	71

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del tiempo y el color del envase en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en el zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados a refrigeración. Se adquirieron 8 kg de fresa de la campaña de los meses de agosto y septiembre del valle de Viru quienes están apostando por esta fruta. Las muestras (bayas) de 5.6 gramos de peso promedio, fueron sometidas a una pre cocción para desprender so sabor y aroma característico de la fresa, una vez hecha la pre cocción y luego a licuar toda la fresa, enseguida se pasó por un colador y envasamos en las botellas de vidrio de color ámbar y transparente y por ultimo procedimos a colocar al área de almacenamiento (cámara de refrigeración a 5°C) con los tiempos de: 0, 15, 30 y 45 días, en cada tiempo se evaluó su capacidad antioxidante, antocianinas así mismo como las variables secundarias de control que son: pH, Solidos solubles, acidez titulable y color. Los resultados que se obtuvieron indican que en ambos envases de vidrio (ámbar y transparente) en el porcentaje de inhibición expresados mediante la curva de IC50 donde las muestras obtuvieron 0.9027 ml y en microlitros es $902.7299 \pm 0.005 \mu\text{l}$, en donde significa que en $902.7299 \pm 0.005 \mu\text{l}$ de zumo de fresa se está inhibiendo el 50% del radical libre DPPH en el envase ámbar en el tiempo cero y en el último análisis en el mismo color de envase (ámbar) se obtuvo 0.7928 ml que es equivalente a $792.7640 \mu\text{l}$ de zumo de fresa y en donde se está inhibiendo el 50% del radical libre (DPPH) y esto ocurre ya transcurrido los 45 días de almacenamiento en refrigeración. Y para antocianinas se utilizaron dos soluciones buffer, la primera solución buffer de pH= 1 y la segunda de pH= 4.5 y una longitud de onda de 510 nm obteniendo en el tiempo cero un valor de $1.4133 \pm 0.3 \text{ mg/ml}$ de antocianinas en el zumo de fresa y en el tiempo cuatro se obtuvo un valor de $1.1669 \pm 0.3 \text{ mg/ml}$, esto determinar que en el envase ámbar hay una degradación mínima de antocianinas. Asimismo, en el análisis estadístico de medias ($p < 0.005$) se encontró que en capacidad antioxidante las medias son diferentes (hipótesis alternativa), eso quiere decir que si hay diferencia en los resultados y se aceptó la hipótesis alternativa.

Palabras claves: *fragaria vesca*, refrigeración, capacidad antioxidante, antocianinas, vidrio ámbar.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of time and the color of the container in the content of anthocyanins and antioxidant capacity in Strawberry (*fragaria vesca*) juice stored at refrigeration. Is acquired 8 kg of Strawberry of the campaign of the months of August and September of the Valley of Viru who are betting for this fruit. Samples (berries) of 5.6 g of average weight, were undergoing a pre-cooking to remove OS flavor and aroma of Strawberry, once made the pre-cooking and then to liquify all strawberry, then moved through a strainer and we pack in amber glass bottles and transparent and finally proceeded to place the xiiiros of storage (refrigeration at 5 ° C Chamber) with the times of : 0, 15, 30 and 45 days, in each time is assessed its capacity antioxidant, anthocyanins also as the variable secondary of control that are: pH, solid soluble, acidity titrable and color. The results obtained indicate that in both glass bottles (amber and transparent) in the inhibition percentage expressed through the curve of IC50 where samples obtained 0.9027 ml microliters is 902. 7299±0. 005 µl, where means which in 902. 7299±0. 005 µl of Strawberry juice it is inhibiting 50% of the free radical DPPH in container amber in zero time, and in the last analysis in the same container (Amber) color He was obtained 0.7928 ml which is equivalent to 792.7640 µl of Strawberry juice where it is inhibiting 50% of the free radical (DPPH) and this happens already spent 45 days of refrigerated storage. And two buffer solutions used for anthocyanins, the first solution pH buffer = 1 and the second of pH = 4.5 and a wavelength of 510 nm in zero time obtaining a value of 1. 4133±0. 3 mg/ml of anthocyanins in strawberry juice and time four obtained a value of 1. 1669±0. 3 mg/ml, this determined that there is a degradation in amber container.

Keywords: *fragaria vesca*, refrigeration, antioxidant anthocyanins, glass amber.

I. INTRODUCCION

1.1. REALIDAD PROBLEMATICA

Para **Silipú, 2008**; la fresa (*Fragaria vesca*) es una fruta que se está cultivando desde épocas pasadas en los continentes de Europa, Asia y en América del Norte, en los países desarrollados son los que más consumen esta fruta. Mientras tanto la producción mundial de fresas frescas se ha visto con altos y bajos (variable) por el motivo de que la superficie dedicada para esta fruta se está disminuyendo y esto se está dando en algunos países, mientras que en otros países están apostando al cultivo de fresa y así exista un ligero crecimiento en la producción mundial.

Para el año 2014 se hicieron estudios de mercado donde se supo de cuatro destinos exportadores que han tenido un crecimiento de más de 100%, siendo Australia el principal mercado donde las ventas de fresas han crecido 3 veces más. Asimismo, las ventas de fresas durante este periodo ingresaron a 22 mercados. Las exportaciones totales de fresas en sus diversas presentaciones en el 2014, registraron envíos por 16, 165,125 kilogramos que generaron ingresos por US\$ 26, 512,716 dólares, representando un crecimiento de 40% y 45% en relación al año anterior respectivamente. Esto debido al crecimiento de la producción peruana, dado que es un producto dulce y muy llamativo por su color rojo lo cual puede hacer que se proyecte en un crecimiento rápido y así aumentar la producción en nuestro país. Por otra parte, nuestro país ha escalado siete posiciones en el ranking de exportadores de fresas en los últimos cinco años, superando a Portugal, Argentina, y entre otros. En la actualidad el Perú se posiciona en el puesto N° 17 gracias al consumo que se efectúa por la demanda que efectúan las empresas que se dedican a procesar bebidas ya que es un mercado de gran potencia en los países de Canadá, Japón, Alemania y Francia que son los consumidos de estos productos (Gutiérrez, 2015).

Por esta razón, esta fruta está atrayendo a los consumidores debido a la información que posee el consumidor sobre los antioxidantes y de los

beneficios que tienen en el ser humano, el autor Pabón, *et al.*, 2012; hizo una comparación entre la fresa con otras frutas como: la toronja, naranja, uva roja, kiwi, banano, manzana, tomate, pera y melón tomadas como frutas frescas. La actividad antioxidante de la fresa se ha comparado con el contenido de fenoles totales, muy aparte se sabe de las antocianinas son los responsables del color de una fruta y que es una propiedad antioxidante que son las encargadas de darle un color llamativo en este caso a las fresas (Pabón, *et al.*, 2012).

Por eso los berries como las fresas, arándanos y zarzamoras son productos consumidos a nivel mundial ya se en fresco o en producto procesado. Esta es una de las frutas que constituyen la principal fuente de compuestos fenólicos para el cuerpo humano, en especial los ácidos benzoicos y cinámicos, antocianos, flavonoles, catequinas y taninos, el propósito del estudio fue la evaluación de las propiedades de antioxidantes de los berries con la finalidad de fijar sus aptitudes como materias primas y en su intervención en los alimentos funcionales con alta capacidad antioxidante (Alonso, *et al.*, 2002).

1.2. TRABAJOS PREVIOS

Para la investigación se consultó diferentes autores, encontrando investigaciones como los efectos de los antioxidantes en humanos cuánto es necesario para ejercer un efecto protector, y si las sustancias químicas trabajan solas o en sinergia con otras sustancias.

Para **Andari, 2008**; en algunos estudios que se han realizado han demostrados que consumir frutas y verduras de color fuerte han incrementado la Capacidad Total Antioxidante (CTA) del plasma en poco tiempo después de haber consumido las frutas y verduras. También demostró que el nivel de CTA sanguíneo de las mujeres se eleva rápidamente del 7% al 25% en un lapso de cuatro horas después de haber consumido los alimentos con contenidos altos de antioxidantes que son las fresas, espinacas, los vinos, etc. Con esto Andari llegó a la conclusión que

con solo consumir una porción de frutas y verduras de color fuerte se disminuye en contraer enfermedades cardiovasculares y también es un apoyo para la piel del ser humano.

Para **Beltrán, 2015**; se refiere a la fresa (*fragaria vesca*) como uno de los frutos más comunes en las dietas y una fuente de gran cantidad de antocianinas. Beltrán menciona que muchos autores definen la cantidad de antocianinas con el tiempo de cultivo de la fresa, como por ejemplo para los autores López, Pascual, Rivas y Santos (2002); ellos encontraron un promedio de 40 miligramos de antocianinas; para Debnath y Richard encontraron 35.1 miligramos de antocianinas y para Voca encontró 43.2 miligramos de antocianinas en 100 g de fresa fresca. Con lo reportado por estos autores Beltrán llegó a la conclusión que la variación de los nutrientes se debe a los cambios climáticos (humedad, temperatura), ya que la luz solar sintetiza más antocianinas en las fresas.

En esta oportunidad **Zapata, et al., 2013**; dice que para la ciencia los términos alimentos funcionales y nutraceuticos son los que tienen un alto valor de antioxidantes, pero muy aparte de los antioxidantes también aportan otros nutrientes como el agua, vitaminas, minerales y carbohidratos para la salud del ser humano. En este caso el consumo en exceso tiende a un impacto positivo para el ser humano debido a los metabolitos que son aptos para inactivar las diferentes moléculas reactivas del oxígeno (EROS). Las EROS como el anión es cuando su peróxido, el radical hidroxilo y el peróxido de hidrogeno son compuestos en extremos reactivos y reaccionan con las estructuras biológicas del ser humano como el DNA y proteínas, esto ocurre cuando hay un desnivel en la producción de EROS y los sistemas Biológicos de captura ahí es donde ocurren que se producen enfermedades como el cáncer, diabetes mellitus, hipertensión, entre otros. El gusto de las propiedades que poseen los antioxidantes contenidos en las frutas han llamado la atención de algunos autores en su capacidad atrapadora del radical libre (método DPPH) y de su contenido de fenoles en las frutas como lo son el mango, mora, fresa, maracuyá, etc., pero, sin

embargo hay una especie nativa de la familia Mirtácea como la guayaba agria que no han sido muy estudiadas en la actualidad.

Para **Paladino, 2010**; las frutas pertenecientes a la categoría de los berries son una fuente primordial de antioxidantes para el ser humano, en estas tenemos: *Vaccinium myrtillus* (arándanos), *Ribes nigrum* (cassis o corintos negros), *Ribes rosularia* (uva espina o grosella), *Rubus idaeus* (frambuesa), *Ribes rubrum* (corintos rojos) y *Fragaria ananassa* (frutilla). En estas frutas que pertenecen a la categoría de los berries se localizan algunos compuestos provenientes de los “ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos, antocianos, flavonoles, catequinas y taninos”. Muchos de estos componentes se ven en una variedad de efectos biológicos y en esos esta la actividad antioxidante, actividad antimicrobiana, actividad antiinflamatoria, etc. Los extractos de las frutas que se mencionaron son altamente antioxidantes las cuales inhibieron la formación de inhibieron la formación de hidroperóxidos en metilinooleato y la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de los liposomas. También poseen la capacidad para capturar especies reactivas del oxígeno generadas químicamente.

En este caso **Pérez, 2009**; dice que varios estudios se han especificados en los berries como lo son arándanos, moras, fresas, frambuesas y también la uva y también en algunos derivados de estas frutas como lo son los vinos, los jugos, etc. En cambio, las empresas de alimentos y bebidas promocionan los productos con presencia de antioxidantes, esto sería una respuesta a la demanda de consumo de antioxidantes para el beneficio de la salud del ser humano. Así como Estados Unidos que posee diferentes bebidas que contienen polifenoles (antioxidantes) que es considerado una extrategia de publicidad para atraer al consumidor, y estamos hablando de frutas como granada roja (*Púnica granatum*), arándano azul y rojo (*Vaccinium spp.*), mora (*Rubus spp.*), uva de la variedad Concord, manzana, además de bebidas como lo son las infusiones de te.

Para **Chávez, 2011**; al igual que las demás frutas, las fresas también es un excelente alimento, ya sea consumido en estado fresco (fruta) o en alimento procesado (bebidas, etc.), la fresa es una fruta que está constituida por agua la cual está en un rango de 78% a 93%, carbohidratos está en un rango de 3% a 10%, proteínas está en un rango de 0.33% a 0.9% y por último encontramos que el 0.6% es de grasas. La fresa contiene muchos compuestos bioactivos y entre ellos encontramos los fenoles, antocianinas y flavonoides. Un principal compuesto bioactivo que se encuentra en la fresa son los fenoles intercalados como los son los taninos (galo y oligo taninos). Los responsables del color rojo característico de las fresas son las antocianinas, pero además de este compuesto también encontramos el ácido hidroxicinámico; los flavonoides y, en menor cantidad protoantocianidinas. Pero esta fruta también contiene principios activos como los terpenos, proteínas y los ácidos grasos solo que sus cantidades son menores, los cuales son considerados como propiedades terapéuticas.

Para **Morales, 2012**; vio en diversos estudios de cultivos in vitro y que se ha demostrado que la fresa posee una capacidad antioxidante elevada, pero es interesante conocer los resultados obtenidos in vivo. Se hicieron unas pruebas suministrando entre un 5 y 10% de liofilizado de fresa, a ratas a las que previamente se habían inducido al cáncer de esófago, observando una inhibición dependiente de la concentración. Sin embargo, en otros estudios no se ha observado ningún efecto de las fresas en la disminución del cáncer de pulmón inducido por otros carcinógenos. Otro estudio in vivo demostró el potencial antioxidante de las fresas en mujeres de avanzada edad, tras consumir 240 g de fresa, se observó un incremento en la actividad antioxidante del plasma y de la orina, concluyéndose que la mayor parte de la capacidad antioxidante de la fresa provenía de los compuestos fenólicos.

Para **Anaya, 2013**; le resulto llamativo saber que la leche materna es una fuente de antioxidantes de mayor potencia y el comparable con el zumo de la fresa, de la granada o del café mismo, por que poseen casi similar cantidad de antioxidantes, muy aparte de esto también se hicieron pruebas

en cacao sus posibles efectos benéficos del chocolate, los cuales arrojaron resultados que muestran un alto grado de igualdad entre porcentaje de cacao y el porcentaje de antioxidantes lo cual es corroborado en los estudios hechos previamente. Para Anaya nos dice que el cacao contiene flavonoles, procianidinas y catequinas en concentraciones muy altas; en el caso de los flavonoides muestran potente actividad antioxidante y antiplaquetaria tras el consumo. Y al final dio la conclusión de que los granos de cacao son muy diferentes de acuerdo al lugar de procedencia al igual su método para su procesamiento pueden influir sobre el porcentaje de antioxidantes polifenólicos de los productos terminados que son los chocolates.

Para **Urías, 2012**; dice que es necesario seleccionar las variedades de plantíos de fresa a cultivar, ya que ahí se busca una variedad optima en sus atributos de calidad, y más ahora se ha descubierto que la fresa posee compuestos que mejoran la salud humana, y es tomado como un punto importante para prevenir algunas enfermedades ya sea cáncer o cicatrices en la piel. Para Urías es vital descubrir que las fresas son una fuente vital de vitamina C y de otros compuestos bioactivos que tienen efectos en el ser humano. Uno de los principales compuestos bioactivos que se encuentran en la fresa son los compuestos fenólicos y es uno de los compuestos que influye fuertemente en su calidad, contribuyendo en unos de sus atributos principales que es lo organoléptico, sensoriales y en su valor nutritivo. Su capacidad antioxidante de la fresa mucho depende del contenido de polifenoles, flavonoides y de las antocianinas y cabe resaltar que también del contenido de vitamina C.

Para **Chávez, 2015**; indica que en los frutos de color fuerte se encuentran las antocianinas que son moléculas compuestas de un glúcido que es generalmente un monosacárido y también de un compuesto no glucídico, ambos desempeñan funciones vitales en los seres vivos, como las plantas que almacenan los compuestos químicos en forma de glucósidos inactivos; si estos químicos son necesarios se hidrolizaran con la presencia de agua y

una enzima lo cual generaran azucares primordiales en el metabolismo de una planta, primordialmente todos los componentes mencionados se localizan en su mayoría en las cascarras y en la pulpa su presencia es menor. En el caso del arándano que es uno de los que posee una combinación de cinco antocianidinas comunes que se denomina “agliconas”. La mayoría de las antocianinas son un valor potencial en la rama de la industria alimentaria y son inocuas y seguras en su presentación como aditivo, en la actualidad hay restricciones por el uso de colorantes sintéticos y es un problema de peso, pero esto puede cambiar por el motivo que se hicieron estudios y se logró descubrir que el porcentaje de antocianinas aumenta de acuerdo al estadio de madurez del fruto, pero también podría disminuir el porcentaje de antocianinas si es que no se acondiciona un método de conservación adecuado.

Según **Serrano, 2009**; nos dice que en la actualidad es necesario evaluar el proceso de capacidad antioxidante lo cual nos ayuda a determinar qué tan efectivo son los antioxidantes naturales, pero mucho influye en los métodos de conservación de los vegetales para evitar su oxidación (pardeamiento enzimático), se hizo un análisis en los tomates y se descubrió que la capacidad antioxidante del fruto se reduce mínimamente después de su procesado. Pero nunca se han detectado cambios en la capacidad antioxidante en la pulpa de mango (Robles Sánchez, et al., 2008), pulpa de zanahoria o en la pulpa de la naranja durante su conservación en la cámara de refrigeración, en el caso de las mandarinas y peras influye mucho la presencia del O₂ en el envasado, para esto se hicieron varios estudios en frutos cortados en rodajas sobre la capacidad antioxidante y se ha llegado a la conclusión que existe una correlación significativa entre la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos.

Para **Zambrano et al., 2011**; dice que los porcentajes altos de antocianinas de relaciona con el color y con el contenido de antioxidantes de las frutas o vegetales, pero hay siempre un problema que las antocianinas son altamente vulnerables a las temperaturas, a la presencia de oxígeno, ácido

ascórbico, y al peróxido de hidrógeno, así también como los cambios de pH que se dan; esto nos permite valorar mucho más la calidad del producto que contiene este compuesto. En tal caso es frecuente encontrar muchos estudios sobre la cinética de la degradación de las antocianinas en los jugos de frutas conocidas, pero se han reportado pocas investigaciones hechas a frutas de la variedad tropical, una de estas es el agraz (*Vaccinium meridionale Sw.*), es una fruta que aún no se han hecho investigaciones en su totalidad dentro de su lugar de crecimiento y que se ha considerado una de las especies más importantes de dicho país.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. FRESA

1.3.1.1. DEFINICIÓN

La fresa es una planta de la categoría de las herbáceas que se viene cultivando en diferentes países a nivel mundial, es una fruta que pertenece a la categoría de los berries y su planta pertenece a la familia de las *Rosáceas* y al género de la *Fragaria*. La planta de la fresa puede llegar a alcanzar una altura promedio de 50 cm con una raíz de poca profundidad, se caracteriza por poseer tallos cortos y hojas ovaladas, sus flores son blancas y se agrupan de 3 a 11 por rama. Y la fresa es el producto de la flor, toma una forma acorazonada y es de color roja en su estadio de madurez y todo el fruto es 100% pulpa y con un sabor dulce y agradable para el ser humano. Cabe decir que lo que la gente conoce como el fruto de esta planta es falso por que el verdadero fruto son las semillas que se pueden percibir al exterior de la pulpa llamados aquenios. (Carrasco, 2013).

1.3.1.2. NOMBRE CIENTÍFICO

Fragaria vesca (Carmona, 2009)

1.3.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 1. Taxonomía de la fresa (*Fragaria Vesca*).

Nombre científico	<i>Fragaria</i>
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Genero	<i>Fragaria</i>
Especie	<i>Fragaria Vesca</i>
Hábitat	<i>Eurasia y América</i>

Fuente: (Julio, 2010)

1.3.1.4. ORIGEN

La fresa (*Fragaria*) es una fruta que se viene cultivando de épocas antiguas en los continentes de América, Europa y en el continente asiático, y es considerado como un fruto consumido por los países desarrollados por su llamativo color y sus propiedades funcionales que posee la fruta, en el caso de la producción, se sabe que a nivel mundial la fresa varía de acuerdo a la región que se cultiva, pero se está viendo de que esa producción se mantenga estable en diferentes países a nivel mundial (Silipú, 2008).

1.3.1.5. BOTÁNICA

La planta de la fresa es considerada indestructible por los estolones que produce durante su ciclo vital, y estos plantíos de fresa se tienden a clasificar en tres grupos que son: de día corto, de día largo y de día neutro. La primera floración se

hace por inducción a un fotoperiodo determinado, mientras que dentro del tercer grupo no interviene este factor de la inducción al fotoperiodo sobre el proceso de floración. El fruto real de una fresa son las semillas encontradas en la parte exterior de esta misma (Martínez, 2012).

1.3.1.6. DESCRIPCIÓN

La fresa es considerada botánicamente como “etéreo” cuya parte del receptáculo es constituido como parte comestible (Alvarado, 2001). El tálamo maduro tiene un diámetro achatado, cónica alargado con cuello, y en cuña corta. El color es otra característica de la fresa, su color rojo fuerte con las semillitas en toda su pulpa la hace única en la categoría de la *fragaria*. El tálamo es el que da la característica del aroma y de otras variedades de gusto para el ser humano, otra característica son las semillas en la parte externa de la pulpa que son los aquenios que son insertados de aproximadamente de 1 mm de largo y se encuentran en la parte superior del tálamo o receptáculo, y su color de los aquenios puede ser de amarillo, rojo, verde o marrón (Carrasco, 2013).



Figura 1. *Fragaria Vesca* (Vasco, 2015).

1.3.1.7. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Tabla 2. Características organolépticas de la fresa

CARACTERISTICA	DESCRIPCION
Aroma	Intenso y característico de la fresa en su etapa final de madurez.
Color	Rojo fuerte característico de la fresa, el color se debe a su alto contenido de antocianinas que son las responsables.
Sabor	Dulce intenso de la fresa en su etapa final de madurez. Libre de cualquier sabor extraño.
Apariencia	Uniforme y compacta, libre de materia extraña

FUENTE: Martínez, *et al.*, 2014

1.3.1.8. INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tabla 3. Composición nutricional de la fresa (100 g)

CONSTITUYENTE	VALOR
Calorías	50
Carbohidratos	11.6 g
Fibra	3.8 g
Proteínas	1 g
Potasio	44.8 mg
Fosforo	31.5 mg
Selenio	1.1 mg
Calcio	23.2 mg
Hierro	0.6 mg
Vitamina C	58 Mg/ 100 g
Vitamina A	8 Mg/ 100 g
Vitamina B2	0.06 Mg/ 100 g
Vitamina B1	0.02 Mg/ 100 g

FUENTE: Rivadeneira, 2016

1.3.1.9. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

1.3.1.9.1. PLANTACIÓN

En la actualidad se está logrando una plantación optima de cada variedad de fresa en diferente región del mundo. Principalmente se estimaba un aproximado de 10000 plantíos por hectárea y solo en estación de primavera, pero todo esto se ve orientado al crecimiento de vegetativo para poder multiplicar a más los plantíos de fresa, siempre eliminando las flores para evitar la producción del fruto. Cada planta forma 10-15 estolones con 5-10 plantas hijas cada uno. Se obtiene rendimientos de 500.000 a 1.000.000 plantas/ha. Posteriormente, la densidad de plantación va a depender de

muchos factores, en general va desde 45.000 a 90.000 plantas/ha (Agrícola, 2008).

1.3.1.9.2. RIEGO

Los cultivos de fresa necesitan agua por ser una de las frutas con mayor porcentaje de agua, y también se marca de acuerdo a la época que la primera es la seca que comprende entre los meses de diciembre hasta abril y la época de lluvia que va de mayo a noviembre. En este caso la principal cosecha se da en los meses de noviembre y diciembre, aquí la planta se mantiene en procesos de cosecha-producción por eso es crucial aprovechar la época de seca, en alguna zonas de suelen utilizar el riego por goteo por no contar con demasiada agua o para no desperdiciarla (Barquero, *et al.*, 2007).

1.3.1.9.3. FERTILIZACIÓN

La fertilización es considerada una parte importante en el crecimiento de la fresa, porque por esto se debe la alta calidad y el rendimiento de la planta de fresa. Primero para realizar la fertilización se tiene que hacer un análisis al suelo, hacer los análisis foliares correspondientes que ayuden a permitir ajustar una fertilización de base. Es un problema si el suministro de fertilizante es muy bajo, su consecuencia es que no va a satisfacer la demanda de un cultivo de fresa y así no se llegan a los rendimientos esperados. Y el otro punto en consideración es la sobredosis de fertilizantes en el suelo y esto puede ser una contaminación directa del suelo y del agua, es por eso que un análisis foliar es crucial para regularizar la dosis de fertilizante a aplicar a un cultivo de fresa (Chirinos, 2008).

1.3.1.9.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Tabla 4. Plagas de la fresa "*fragaria vesca*"

PLAGA	DESCRIPCIÓN
PULGONES <i>(Hemiptera: Aphididae)</i> Pulgón de la frutilla	Es un insecto que posee un tamaño de 1 a 2.5 mm y posee un color verde oscuro o hasta verde claro. Se les localiza en la parte reversa de las hojas durante todo el año, pero en las épocas de primavera estos insectos aumentan.
BURRITOS <i>(Coleoptera: Curculionidae)</i> Cabrito, burrito, capachito, gorgojo	Es un insecto que estado adulto que se localiza en los cultivos entre las estaciones de primavera a otoño según sea la especie del insecto, <i>O. sulcatus</i> y <i>O. rugosostriatus</i> son los que suelen ser de actividad nocturna y también otros que son de actividad diurna.
ARAÑITAS <i>(Arachnida: Acari: Tetranychidae)</i> Arañita bimaiculada	Es uno de los ácaros más pequeños que en su etapa adulta posee ocho patas y su color es de verde claro y tiene manchas oscuras en el cuerpo. Su reproducción es por huevos, los huevos son blancos y redondos y son depositados en el reverso de las hojas de la planta y también en los tallos.

TIJERETA**(Dermaptera: Forficulidae)****Tijereta europea**

Es un insecto que solo existe en regiones europeas, las hembras llegan a reproducirse poniendo hasta 40 huevos en sus nidos localizados bajo el suelo y esto ocurre en el mes de julio. Las primeras crías que aparecen en los cultivos lo hacen entre los meses de septiembre.

FUENTE: Undurraga, et al., 2013**Tabla 5. Enfermedades presentes en la Fragaria Vesca**

Enfermedad	Descripción
VIRUELA (MYCOSPHAERELLA FRAGARIAE. (TUL. LINDAU)	Este patógeno se localiza en las distribuido en las hojas, su presencia inicial se hace por medio de manchas pequeñas de color purpura y con el transcurso del tiempo se extienden rápidamente y adquieren un color café y luego en color blanco.
MANCHA CAFÉ (MARSSONIA FRAGARIAE (LIB) KLEBAHN)	Esta enfermedad es causada por un hongo llamado <i>Diplocarpon earliana</i> Wolf, cuya forma imperfecta (asexual) es <i>Marssonina fragariae</i> (Lib) Klebahn, que es la especie con mayor poder y se mantiene en las hojas infectadas durante todo el año, se aprecia por las manchas café o purpura que posee.
MOHO GRIS BOTRYTIS CINEREA (DE BARY) WHETZEL.	Este es un hongo y su principal cualidad son las masas de micelio, conidióforos y conidias de color gris sobre la superficie de los frutos, pero para poder llevar acabo su desarrollo necesita de una humedad alta y de una temperatura de 10 °C a 25 °C.

ANTRACNOSIS
COLLETROTICHU
M SPP.

Las anteriores enfermedades afectan a las hojas y tallos, pero esta afecta a la flor y al fruto y en especial cuando ya están en etapa de madurez.
Una característica de esta enfermedad son las lesiones que posee el fruto que son de color rojo oscuro

Fuente: Martínez, et al., 2008

1.3.1.10. PRODUCCIÓN MUNDIAL

En el mundo existe un mayor productor de fresas y es EEUU como lo asume la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). En el año 2001 Estados Unidos tuvo una producción de 760.000 toneladas de fresa, con esta cantidad Estados Unidos supera en una doble cantidad al segundo productor que es España el cual alcanzo en el mismo año una cantidad de 326.000 toneladas de fresa. Y en cambio México posee una producción de 130.699 toneladas el cual lo sitúa en la posición siete a nivel mundial y representa un 17 % de lo que produce EEUU (Sagarpa, 2005).

Tabla 6. Principales productores mundiales de Fresa

País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
EE.UU	1,109,215	1,148,350	1,270,640	1,294,180	1,312,960	1,366,850	1,250,366
España	269,139	281,240	266,772	275,355	262,730	289,900	274,189
Turquía	250,316	261,078	291,996	299,940	302,416	353,173	293,153
México	176,396	207,485	233,041	226,657	228,900	360,426	238,818

Egipto	174,414	200,254	242,776	238,432	240,284	242,297	223,076
---------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Fuente. García, et al., 2014

Según los autores García, *et al.*, 2014, dice que el promedio en las exportaciones ascendió a 690.736 toneladas en los últimos 6 años de producción. Pero en el año 2011 hubo un incremento de exportaciones a un total de 770.111 toneladas de fresa, un ascenso de 47.007 toneladas más que en los años anteriores. Para el año 2012 se obtuvo un valor de \$2, 140, 471,000 USD, y un promedio de \$1, 724, 948,000 USD en promedio en los últimos 6 años.

1.3.1.11. PRODUCCIÓN NACIONAL Y REGIONAL

En la producción nacional y regional del Perú no se presente un consumo de fresa, el motivo es porque la demanda es baja para una producción alta y por tal motivo se busca en el extranjero acceso a nuevos mercados. En la tabla 7 se presenta un pronóstico de lo que es cosecha, producción, rendimiento y precios de la fresa en campo desde los años 1994 hasta el año 2008, pero se observa a lo largo de estos años que la superficie de cosecha no es estable, como se observa en el año 1992 se cultivaron 2.559 hectáreas, hubo una baja en el 2001 con un promedio de 622 hectáreas y para el año 2007 tuvo un ascenso hasta 813 hectáreas cultivadas. Ahora de también se ve que en el año 1994 se alcanzó una producción de 7.763 kg por hectárea cosechada y se llegó al año 2007 con una cantidad cosechada de 15.500 kg por hectárea. Y también se vio en los precios que se elevaron debido a la calidad de la fresa así como su conservación, así como a la mayor demanda; llegando a un promedio de S/ 1.33/kg en el año 2007.

Tabla 7. Superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de fresa en el Perú

Año	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)	Precio chacra (S/.)
1994	1007	7821	7767	0.33
1995	1023	8291	8105	1.11
1996	1362	15249	11196	1.23
1997	1466	17001	11597	1.21
1998	994	5706	5740	1.33
1999	2559	15545	6074	0.82
2000	1219	10921	8963	0.88
2001	622	9454	15337	0.91
2002	1199	17239	14374	0.98
2003	1601	24927	15572	1.12

2004	1228	20649	16812	1.00
2005	981	17430	17771	1.35
2006	966	16601	17188	1.35
2007 1/	813	12607	15500	1.35

FUENTE: Minagri, 2008

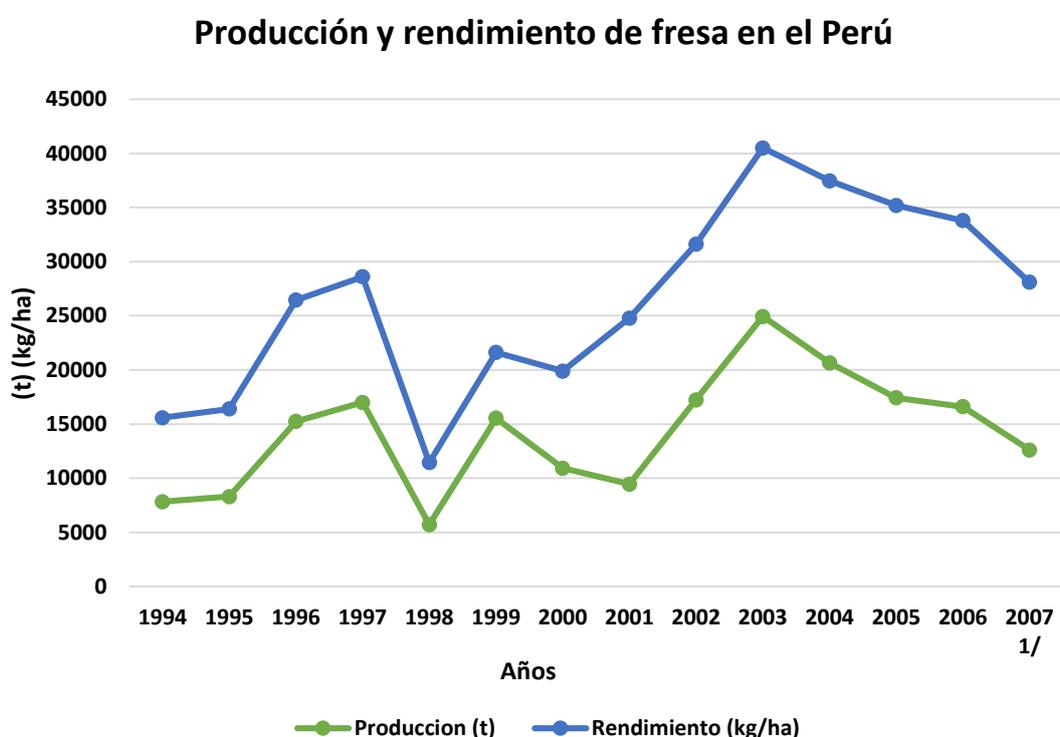


FIGURA 2. Producción y rendimiento de fresa en el Perú

FUENTE: Minagri, 2008

1.3.2. ZUMO

1.3.2.1. DEFINICIÓN

Un zumo se entiende como un producto sin fermentar extraído de una fruta fresca y madura, en algún caso se puede obtener zumos junto con las semillas o pieles de acuerdo al tipo de

fruta a procesar, las semillas y las pieles de las frutas nunca son utilizadas en los zumos, pero para el Codex es permitido siempre y cuando sean difíciles de retirar de la pulpa y esto es una normativa establecida por la Comisión del Codex Alimentarius (Codex, 2005).

1.3.2.2. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN

Para el zumo (jugo) concentrado de fruta, podrán utilizarse procedimientos físicos idóneos o combinados con importancia de la presencia del agua de las células de la fruta, El agua que se utilice para dicho procedimiento deberá ser el agua derivada del procedimiento de concentración del zumo (jugo) de fruta (Codex, 2005).

1.3.2.3. COMPOSICION Y FACTORES DE CALIDAD DE UN ZUMO

1.3.2.3.1. INSUMOS DE CARACTER BÁSICOS

En un zumo siempre lo primero que se percibe es el dulzor expresado en °Brix que será el equivalente al de la fruta exprimida, en algunos casos se da que los brix son bajos como por ejemplo en melones, naranjas, etc., y en otras frutas el dulzor es alto. Una preparación para un zumo que se quiera adicionar algún concentrado de otro zumo, esto deberá regularse al nivel bajo de °Brix establecido por la normativa del Codex si haber omitido algún insumo añadido. En algunos casos si no queda establecido ningún parámetro de los °Brix, entón se calculará sobre una base empezando por el contenido de solidos totales del zumo para así poder obtener un zumo concentrado. Para un néctar o para un zumo que sean reconstituidos con agua potable, esto se deberá cumplir con los requisitos establecidos por las Directrices de la OMS para la Calidad del Agua Potable (Codex, 2005).

1.3.2.4. CRITERIOS DE CALIDAD

La norma general del Codex para zumos de fruta y néctares (*CODEX STAN 247-2005*), esta norma establece uno de los estándares de un producto que es el estándar de calidad de un zumo y de un néctar, sus características a resaltar son el color, sabor y el aroma característico de la fruta a procesar. En primer caso se debe constatar que la fruta no tenga retenida agua del proceso de lavado o de otra etapa previa que es necesaria. En calidad se define un termino de autenticidad como una conservación de la fruta manteniendo sus características organolépticas, físicas, químicas y nutricionales de su misma fruta de procedencia (Codex, 2005).

Para la industria de bebidas (zumos) de frutas que es una de los sectores de mayor demanda a nivel mundial. En la actualidad hay muchas variedades de frutas que son transformadas en bebidas (zumo), una de las frutas que mas se usa es la naranja y otros que son a base de frutas importadas de diferentes partes del mundo. Lo que espera un consumidor que su producto sea sano y autentico, estos dos factores se han hecho clave para las necesidades que puedan autenticar la originalidad de un zumo de fruta (Gallego, 2012).

1.3.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTES

Para Zavaleta, *et al.*, 2005; nos describe que la capacidad antioxidante para unos distintos polifenoles es considerable como su actividad biológica de cada polifenol que es responsable del beneficio que brinda para algunas enfermedades como el cáncer y enfermedades cardiovasculares que ocurren con frecuencia en los países desarrollados. Pero en una evaluación de capacidad antioxidante, primero se tuvo que determinar el porcentaje de inhibición (IC_{50}) en un 50% de radical libre DPPH (1,1 difenil2picrilhidrazilo).

Para Acevedo, *et al.*, 2002; la actividad antioxidante es un punto acertante en la capacidad antioxidante del alimento en análisis, muy aparte de ser un factor importante para determinar la calidad y que tan beneficioso es para la salud del ser humano, el mayor porcentaje de la actividad antioxidante de las frutas proviene de compuestos como las vitaminas (C, E), betacaroteno y algunos polifenoles como los son los flavonoles y las antocianinas.

1.3.4. METODO DPPH

Para Kuskoski, *et al.*, 2005; describe este método que fue desarrollado por Brand-Williams *et al.*, y está basado en la absorbancia medida a una lectura de 515 nm (nanómetros) del radical DPPH inducido por la actividad antioxidante. Pero este método fue modificado por Kim *et al.*, quien la describió en su fundamento de absorbancia del radical DPPH a 100 μ M (3,9 mL) en una solución de metanol al 80% y medida a una longitud de onda de 517 nm de absorbancia. Y para la preparación de la muestra se usa 0.1 ml de la muestra, luego se homogeniza y se mantiene en la oscuridad por un periodo de 30 minutos para evitar la degradación de la mezcla, la lectura se efectuará a una longitud de onda de 517 nm, por otra parte, se tiene que estimar la concentración del DPPH en el medio que va a reaccionar y esto se calcula mediante una regresión lineal usando una curva de calibrado (IC_{50}) Los resultados se expresan en TEAC, o sea, actividad equivalente a Trolox (μ M/g de muestra peso fresco). El antioxidante sintético de referencia Trolox, a una concentración de 0,08 - 1,28 mM en disolución de metanol al 80%, se ensaya en las mismas condiciones, expresándose los resultados en TEAC y VCEAC

1.3.5. ANTOCIANINAS

Para Ortiz, *et al.*, 2011; las antocianinas son las que representan el principal componente responsable del color de una fruta o vegetal,

por eso se considera un pigmento soluble en agua. Su núcleo es un flavón, el cual posee dos anillos aromáticos unidos por tres unidades de carbono, pertenecientes al grupo de los flavonoides. El grado de hidroxilación y metilación en el anillo “B” de la molécula determina el tipo de antocianidina, que es la aglicona de la antocianina.

Para Zapata, 2014; considera que los atributos que poseen los colorantes, antocianinas y antioxidantes, son claro interés de prolongar su estudio para descubrir otros métodos de extracción que nos permita obtener más de los compuestos mencionados y ser aplicados en otros productos que beneficien la salud del ser humano, en especial en alimentos y bebidas.

En este caso Arrazola, *et al.*, 2013; dice que la solubilidad de las antocianinas en agua agiliza el proceso de homogenización con otros insumos alimenticios, la cualidad mayor que posee una antocianina que es un colorante natural, pero existe un riesgo, una antocianina es inestable y muy susceptible a degradarse durante la producción o en su almacenamiento. La estabilidad de las antocianinas se ve afectada por algunos factores como la temperatura, pH, estructura química, concentración, luz, oxígeno, solventes, presencia de enzimas, flavonoides, proteínas e iones metálicos, de esta manera se disminuiría la estabilidad para su aplicación como aditivo comercial para la industria de alimentos y bebidas.

1.3.5.1. ESTABILIZACION DE LAS ANTOCIANINAS

Para Daniel, 2009; dice que una antocianina es muy variable en su estabilidad en función a su composición de su matriz y a su estructura. Hay algunos factores que siempre van alterar la estabilidad de las antocianinas y son: pH, luz, oxígeno. Temperatura, etc., y otros compuestos como los flavonoides, minerales y proteínas, pero uno de los principales factores que afecta la estabilidad de las antocianinas es el pH, pero existen

cuatro tipos de antocianinas y esto va a depender del valor del pH, y estas cuatro especies son: *base quinooidal*, *cación flavilio*, *pseudobase carbinol* y *chalcona*. En soluciones muy ácidas (pH < 0.5) el cation flavilio rojo es la única estructura. Pero si el valor de pH aumenta la concentración del cation baja en paralelo y da lugar a la hidratación de la base de carbinol incoloro.

1.3.5.1.1. CORRELACION DE COLOR Y CUANTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS MEDIANTE EL METODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA UV- VISIBLE

Para Ortega, *et al.*, 2006; dice que de muchas estructuras moleculares que poseen las antocianinas y que pueden estar presentes en la misma materia prima que en la misma longitud de onda de adsorción, el método de espectrofotometría determina el grado de concentración de las antocianinas refiriéndose a cualquier compuesto particular. Esto nos da con seguridad determinar el total de antocianinas en la muestra a analizar. Existen diferentes métodos de espectroscopía UV-Visible, en muestras vegetales (frutos, verduras, jugos y) reportados en las investigaciones que se hacen sobre las antocianinas.

En cambio, para Cruz, *et al.*, 2011; encontró otro método para la cuantificación de antocianinas y es el método de pH diferencial. Es un método de espectrofotometría que usa como bases soluciones buffer para cambiar el pH estructural de las antocianinas (pH 1 coloreadas y pH 4.5 incoloras). Para esto se prepararon dos soluciones del extracto metanólico, la primera solución con buffer pH 1.0 (cloruro de potasio "KCl") y la segunda solución con buffer pH 4.5 (acetato de sodio "C₂H₃NaO₂"). En la lectura de absorbancia se ajustó a una longitud de máxima absorbancia ($\lambda_{\max}=515$ nm) y a 700 nm. De la ecuación de Lambert-Beer se obtiene $C=A/\epsilon L$, C es la

concentración molar, A es la absorbancia, ϵ corresponde a la absorbancia molar o coeficiente de extinción molar, L es la longitud de recorrido en cm. Para el cálculo del contenido de antocianinas se utiliza el peso molecular y la absorbancia molar del pigmento antociano presente en mayor proporción, en este caso es la *cianidina*.

Tabla 8. Bandas de absorción de las antocianinas más comunes.

Compuesto	Longitud de onda (absorbancia) (nm)	Coefficiente de extinción (ϵ)	Solvente
<i>Pelargonidina</i>	530	32000	HCl - Etanol
<i>Pelargonidina 3 – glucósido</i>	515	13000	HCl - Etanol
<i>Pelargonidina 3-5 glucósido</i>	505	-	HCl - Metanol
<i>Peonidina</i>	-	-	HCl - Metanol
<i>Cianidina</i>	535		HCl - Metanol
<i>Cianidina 3- glucósido</i>	525	29500	HCl - Metanol
<i>Cianidina 3 - ramnoglucosido</i>	532	-	HCl - Etanol
<i>Cianidina 3,5 – diglucosido</i>	522	-	HCl - Metanol
<i>Mecocianina</i>	523	-	HCl - Metanol
<i>Delfinidina</i>	544	-	HCl - Metanol

Fuente. Ortega, et al., 2006

1.3.6. ENVASES

1.3.6.1. DEFINICIÓN

Para Mathon, 2012; el termino envase lo denomina al contenedor o recipiente que está en contacto directo con el producto. Una de sus principales funciones es dar protección al producto que está en el interior, conservar y facilitar su manipulación para la comercialización.

Para Tanohuye, 2009: hay otra característica que señala al envase como sistema de protección fundamental y que facilitan su distribución adecuada, su uso y también poder comercializarlo. Por eso se genera un refrán “el envase protege lo que vende y vende lo que protege” y se considera como un vendedor silencioso.

1.3.6.2. TIPOS DE ENVASES DE VIDRIO

1.3.6.2.1. ENVASE DE VIDRIO ÁMBAR

Para Martínez, *et al.*, 2008; el color oscuro de un vidrio se debe a sus compuestos como lo son el manganeso y el óxido de hierro. Pero uno de los atributos del color del vidrio es la capacidad de absorción selectiva y a la vez las longitudes de onda de la luminosidad del ambiente. El vidrio más conocido es el vidrio ámbar que es el más usado en la industria farmacéutica y en la industria de bebidas (cervezas). El vidrio ámbar está dado por el óxido de hierro, pero en pequeñísimas cantidades que se transfieren al interior del envase.

1.3.6.2.2. ENVASE DE VIDRIO TRANSPARENTE

Para Pearson, 2009; dice que desde épocas antiguas se ha usado el vidrio y que es el material más antiguo que el hombre haya fabricado y que aún lo sigue haciendo. En la actualidad el vidrio ha tomado diferentes formas como: ventanas, envases

para la industria de bebidas, industria nuclear como escudos de radiación, en los vehículos (parabrisas), etc. Una de sus características intrínsecas es lo brillante y la transparencia, es un material difícil de sustituir por que para fabricarlo es necesario fundir la sílice lo cual se hace a una temperatura de 1700 °C. Pero si queremos reducir la temperatura de fusión tenemos que agregar soda, pero en este caso el vidrio no es muy resistente, y en cambio sí agregamos cal aumentamos la dureza del material terminado. Pero también se agregan otros compuestos químicos por otros motivos como por ejemplo el aluminio que aumenta la duración química y la viscosidad en temperaturas bajas, aparte también se usan el óxido de plomo y compuestos de boro.

1.3.7. TIEMPO

En este caso Doncel, 1989; determina el concepto físico de tiempo a lo que llamamos teoría del movimiento, entendiéndolo como un movimiento local y sin conocer la fuerza que hace este movimiento. Es una magnitud basada en el aristotélico que dice que el movimiento circular uniforme es el movimiento del mundo. Por eso se dice que el tiempo permite establecer un pasado, presente y futuro de las cosas o sucesos que ocurren en el mundo, en parte de la mecánica clásica se considera una magnitud física absoluta. Por tal motivo en la antigüedad se usaba el movimiento de los astros.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del tiempo y el color del envase en el contenido en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante del zumo de fresa (*Fragaria vesca*) almacenados a refrigeración?

1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Con este trabajo de investigación se pretende contribuir aportes que enriquecen al consumo de antioxidantes que son de beneficios para la salud humana. En la actualidad causa un gran impacto entre los consumidores el denominado “mercado de la salud” que cada día se expande más en el mundo, así como algunos alimentos pueden contener fibra, vitaminas, minerales que estos pueden eliminar algún compuesto como: (grasas saturadas, azúcares), con la finalidad de ser más nutritivos, donde se enriquece más al producto para el beneficio de los consumidores.

Hoy en día se hablan mucho de los antioxidantes, que hay muchos productos procesados que contienen antioxidantes, pero será el contenido indicado de antioxidantes contenidos en el producto o que su cantidad de antioxidantes ya se han degradado con el paso del tiempo de almacenamiento que tiene el producto.

Habrà forma de preservar los antioxidantes de un producto en sus rangos óptimos, y que factor acelera la degradación de los antioxidantes, para esto se desarrollará este trabajo de investigación lo cual pretende ver la velocidad de degradación usando dos factores que son el tiempo y el color del envase y también ver dónde están las fuentes de alto contenido de antioxidantes. Para algunos investigadores determinaron que un antioxidante se define por el color fuerte que posea la materia prima, como es el caso de los arándanos, fresa, granada, frambuesa, etc. También podemos encontrar antioxidantes en algunos vegetales de color fuerte, para esta investigación se tomó como materia prima a la fresa de la categoría de los berries la cual se hizo la transformación a un zumo obteniendo un zumo de color rojo fuerte; para lo cual la investigación se realizó en el Laboratorio de microbiología de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial Facultad de Ingeniería Universidad César Vallejo – Trujillo, esta investigación tiene como objetivo en ver la influencia del tiempo más el color del envase en la degradación de las antocianinas del zumo de fresa y así ver que tanto se pueden preservar los antioxidantes de un alimento procesado. Para esto se colocó el zumo de fresa en envases de

vidrio de color ámbar y transparente luego se colocaron a una temperatura de 5 °C (refrigeración) , la investigación se realizó mediante un diseño experimental en el cual involucramos dos tipos de envases de capacidad 250 ml, y una correlación entre el color y el contenido de antocianinas, para este proyecto se realizaron 24 muestras, 12 muestras en envases de vidrio de color ámbar y 12 en envases de vidrio transparentes, para capacidad antioxidante se aplicó el método DPPH (2,2 – difenil -1- picrilhidrazilo), el cual es obtenido mediante una absorbancia medida a 510 nm de longitud de onda, dicha longitud es expresada en porcentaje de inhibición. En los datos obtenidos con el tema de capacidad antioxidante se obtuvo diferencia entre ambos tipos de envases (hipótesis alternativa), si hubo diferencias en sus medias ($p = > 0.005$), y para antocianinas se aplicó el método del pH diferencial el cual nos arrojó medias iguales ($p = < 0.005$), y medias diferentes ($p = > 0.005$), para esto se hicieron pruebas en 4 tiempos haciendo un total de 45 días, cada prueba consto de 3 repeticiones almacenadas en vidrio ámbar y 3 tres en vidrio transparente, todas las muestras fueron almacenadas a temperatura de refrigeración (5 °C).

1.6. HIPOTESIS

A menor tiempo de iluminación y con envases de color ámbar se logra mantener un valor de capacidad antioxidante bajo, lo cual es un porcentaje bajo en la degradación de antocianinas (cianidin-3-glucósido mg/ml).

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. GENERAL

Evaluar el efecto del tiempo y el color del envase en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante del zumo fresco de fresa (*Fragaria vesca*).

1.7.2. ESPECÍFICOS

- Extraer el zumo de las fresas.

- Determinar las características fisicoquímicas (°Brix, pH, Acidez, Color) del zumo fresco de fresa como parámetros de control secundario.
- Estimar la correlación entre el color y el contenido de antocianinas y la capacidad antioxidante.

II. MARCO METODOLOGICO

2.1. VARIABLES

2.1.1.VARIABLES INDEPENDIENTES

- * Tiempo
- * Color del envase

2.1.2.VARIABLES DEPENDIENTES

- * Capacidad antioxidante
- * Antocianinas.

2.2. OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 9. Operacionalización de variables

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
INDEPENDIENTES	Tiempo	El tiempo es una magnitud que va asociada a los estados materiales, pero hoy en día se entiende que ni el tiempo y espacio son esencialmente independientes del material (Chinea, 2002).	Se evaluarán las características fisicoquímicas y la capacidad antioxidante durante 40 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración (5 °C)	Días	Cuantitativa
	Color del envase	Es componente coloreado que protege de la iluminación penetrada por el envase en diferentes grados dependiendo del color. En la región crítica de los rayos ultravioletas (250 a 490 nm) solo el ámbar y el rojo son realmente efectivos (Nodarse, 2012).	Se obtendrá mediante la longitud de onda emitida por el espectrofotómetro	Absorbancia	Cuantitativa

DEPENDIENTES

Capacidad antioxidante	Es una característica que poseen los antioxidantes (grupos fenólicos) activos en una muestra para inhibir el radical libre (Flores, <i>et al.</i> ,2002).	Se determinará mediante el método DPPH	IC ₅₀ mg/mL	Cuantitativa
Antocianinas	Son pigmentos naturales, considerado como aditivos alimentarios naturales, y son característicos que son hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Beltrán, 2015)	Se determinará mediante el método pH diferencial con una longitud de onda de 510 nm	Antocianina (mg/ml)	Cuantitativa

2.3. TIPO DE ESTUDIO

2.3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE ZUMO DE FRESA (*Fragaria vesca*) ALMACENADO A REFRIGERACIÓN.

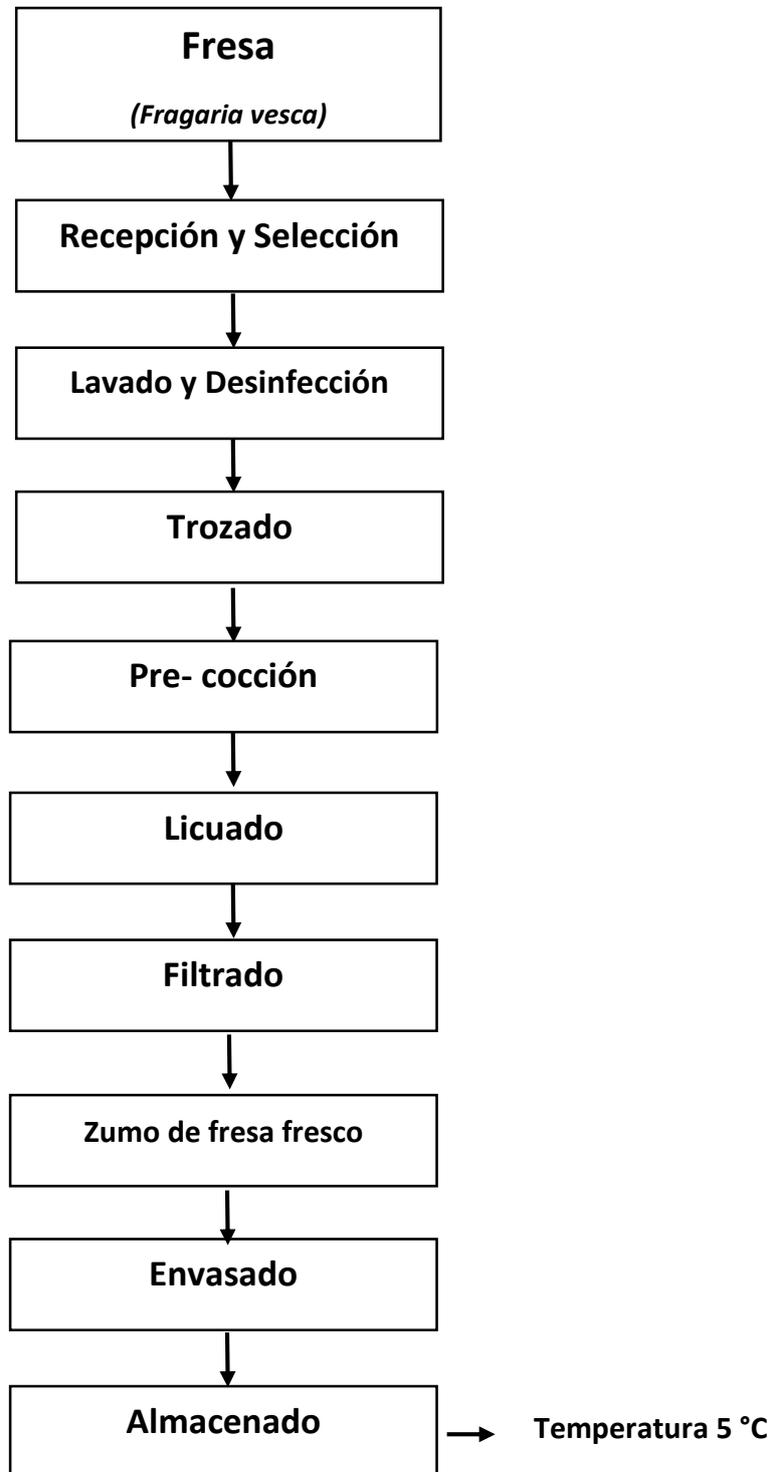


Figura 3. Flujograma para la obtención del zumo de Fresa

2.3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE ZUMO DE FRESA (*Fragaria vesca*) ALMACENADO A REFRIGERACIÓN.

a. Recepción de MP

Es la entrada de la materia prima a la línea de procesos.

b. Selección:

Es el segundo proceso donde se selecciona la materia prima y se separan las que estén con golpes, o no esté en su grado de madurez.

c. Lavado y Desinfección:

Primeramente, lavar la fruta con agua sola para eliminar partícula extraña que viene en la fruta y enseguidamente someter la fruta en agua clorada por 30 minutos para eliminar carga microbiana y luego nuevamente pasar por agua sola.

d. Trozado:

La fresa será picada o trazada para una manipulación fácil y rápida.

e. Pre cocción:

Una vez trozado se somete a una pre cocción para ablandar la pulpa con el fin de liberar el sabor y aroma característico de la fruta.

f. Licuado:

Una vez trozada o picada se colocará en una licuadora para homogenizar todo uniformemente.

g. Filtrado:

Una vez que ya se ha terminado el proceso de licuado, el zumo de fresa pasa por un colador para retener alguna partícula sólida

h. Envasado:

El zumo de fresa tiene que ser envasado al instante por su rápida oxidación. Sera envasado en dos tipos de envase de vidrio: botella de vidrio color ámbar y botella de vidrio transparente.

i. Almacenado:

Terminado el envasado se lleva al sitio de almacenamiento la cual será la cámara de refrigeración (5 °C).

2.3.3. DIAGRAMA EXPERIMENTAL

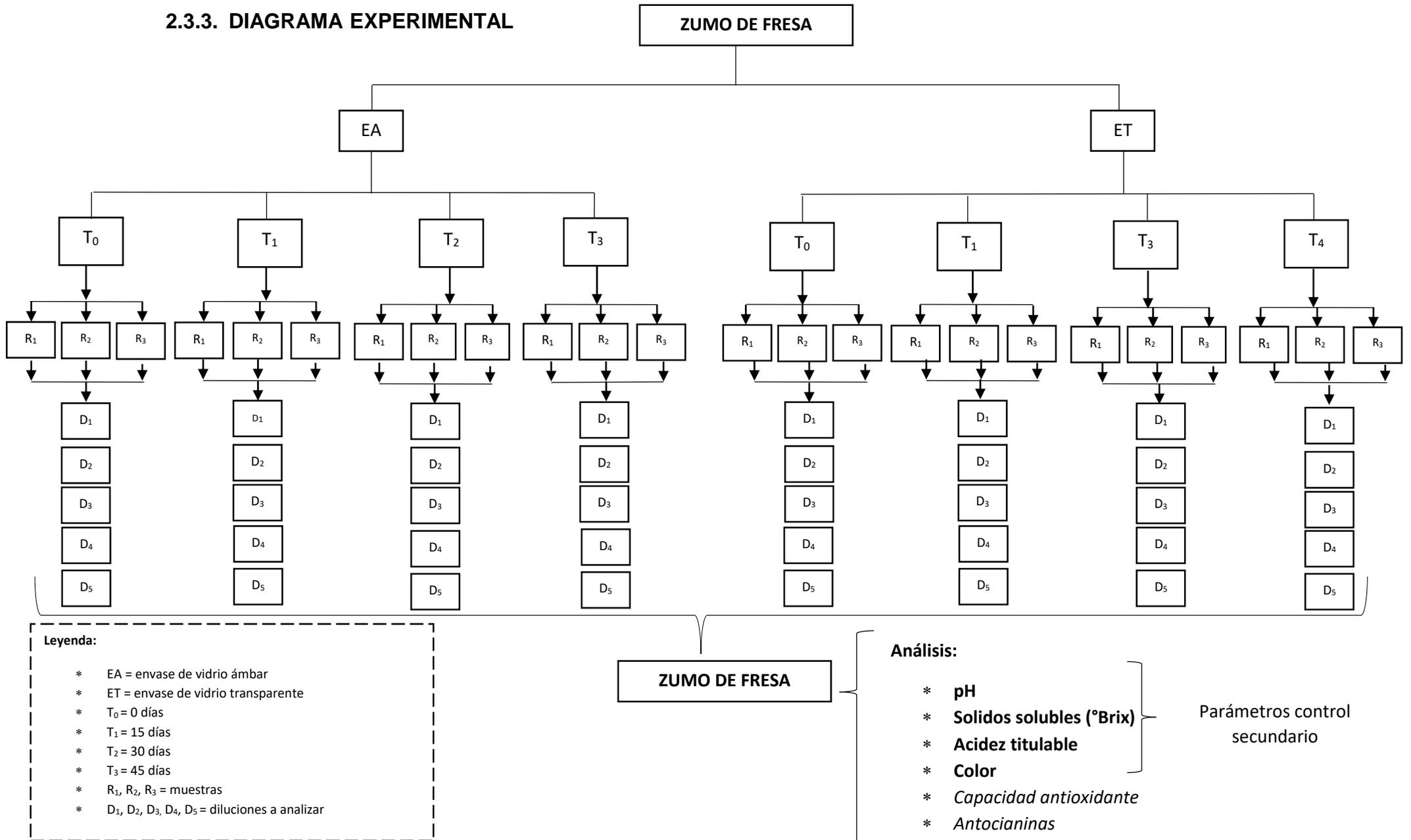


Figura 4. Diagrama experimental del zumo de Fresa

2.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación será experimental usando un diseño factorial (2x4) donde el “2” son los tipos de envases de vidrio que se está usando, y el “4” son los tiempos de almacenamiento bajo iluminación, con 4 niveles (0, 15, 30, 45) se obtendrán 8 tratamientos, los cuales tendrán 3 repeticiones por cada tiempo, teniendo un total de 24 ensayos experimentales, y cada muestra será de 250 ml de zumo de fresa.

2.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.5.1. POBLACIÓN

La fresa será adquirida en la provincia de Trujillo - La Libertad. Para ello se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia.

2.5.2. MUESTRA

Para el experimento se adquirirán 10 Kg de fresa aproximadamente, evitando la presencia de golpes, color y tamaño uniforme en todas las unidades de fresa.

2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.6.1. SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)

Se determinará por lectura directa con un refractómetro HANNA HI 96801 (0 – 85 % °Brix / 0 – 80 °C) con resolución de 0.1 % °Brix / 0.1 °C y una desviación de ± 0.2 % °Brix / ± 0.3 °C. (ANEXO 1).

2.6.2. PH

Se determinará por lectura directa con pH-metro OAKTON 110 SERIES (pH, mV, mV relativo, °C), en un rango de -2.00 a 16.00 pH y una resolución de 0.01 y 0.1 pH (exactitud: ± 0.01 pH) (ANEXO 2)

2.6.3. ACIDEZ TITULABLE

La acidez titulable se determinará de acuerdo al método y será expresada en porcentaje (%) de ácido cítrico (g/mL) (ANEXO 3)

2.6.4. COLOR

* Se determinará por lectura de Absorbancia de un espectrofotómetro Hanna 4211/20 Visible (rango de longitud de onda de 325 – 1000 nm; lectura de: Transmittancia, absorbancia y concentración; y compartimiento para 4 cubetas de muestras (ANEXO 4)

2.6.5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se determinará usando el método DPPH (2,2 – difenil -1-picrilhidrazilo) (ANEXO 5).

2.6.6. CUANTIFICACION DE ANTOCIANINAS

Se determinará mediante el método del pH diferencial (ANEXO 6).

2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Una vez recolectado los datos se usará el análisis de varianza (ANOVA) la cual incluye el método LSD de Fisher el cual permite crear intervalos de confianza, y la prueba de Tukey rango múltiple (nivel de p de 0.05) y así detectar diferencias entre las características del zumo según sus días de evaluación.

2.8. ASPECTOS ÉTICOS

La originalidad de los datos obtenidos de los análisis realizados y de los resultados estadísticos obtenidos en la tesis se garantiza absolutamente, así como el respeto hacia los autores de las investigaciones realizadas en años anteriores y que fueron citadas como fuentes de confiabilidad para este trabajo, propiedad intelectual, además del compromiso y responsabilidad social por el beneficio del público en general.

III. RESULTADOS

En el estudio se utilizaron veinticuatro botellas de zumo de fresa natural, las cuales doce unidades de zumo de fresa (*fragaria vesca*) estuvieron contenidas dentro de envases de vidrio ámbar y las otras doce unidades en envase de vidrio transparente. Los zumos de fresa natural se presentaron en envase de vidrio de 250 ml cada botella, almacenados a refrigeración (5 °C).

Para cada tiempo se analizaron 6 botellas de zumo de fresa, fueron 3 botellas de vidrio ámbar y 3 botellas de vidrio transparente, para cada ensayo se aplican 3 repeticiones de cada color de envase.

En cada repetición se tuvieron que hacer diluciones, en este caso se aplicaron 5 diluciones para cada repetición haciendo un total de 15 resultados para cada tipo de envase y en un solo tiempo de almacenamiento, y en cuantificación de antocianinas se aplicaron 3 repeticiones por cada solución buffer para cada tipo de envase y para cada tiempo.

3.1. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ZUMO DE FRESA (*fragaria vesca*) EN LOS ENVASES DE VIDRIO DE COLOR ÁMBAR Y TRANSPARENTE ALMACENADOS A REFRIGERACION

Tabla 10. Actividad antioxidante total del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente almacenados a refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento (días)	Promedio(IC50 µl) ± D. Estándar
EA	0	672.5724 ± 1.8484
	15	655.9224 ± 1.1507
	30	639.1929 ± 1.6696
	45	611.6292 ± 1.5311
ET	0	871.9887 ± 2.3544
	15	845.8739 ± 1.9137
	30	819.0868 ± 3.1180
	45	787.4264 ± 2.5333

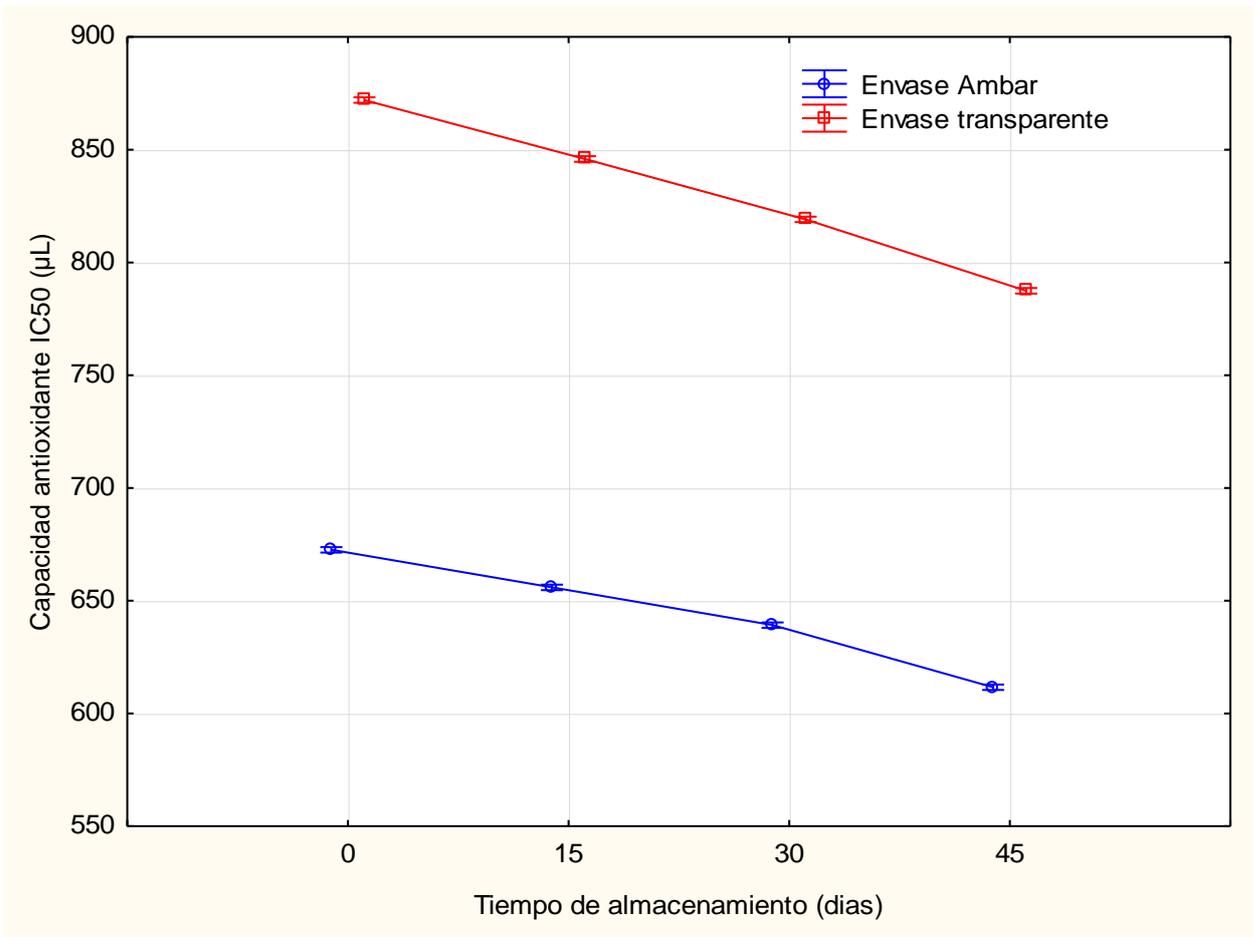


FIGURA 5: Representación gráfica de la actividad antioxidante total del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente almacenados a refrigeración de 5°C.

Los resultados obtenidos de capacidad antioxidante para el zumo de fresa almacenado en los dos diferentes tipos de envases de vidrio se muestran en la tabla 10, lo cual muestra los promedios más menos la desviación estándar, como por ejemplo para el vidrio ámbar en el tiempo cero (T_0) tenemos un valor de 672.5724 µl de lo cual decimos que de 672.5724 µl de zumo de fresa se está inhibiendo el 50% del radical DPPH, y en el caso del envase de vidrio transparente en el tiempo cero (T_0) tenemos un valor 871.9887 µl de lo cual decimos que de 871.9887 µl de zumo de fresa se está inhibiendo el 50% del radical DPPH, esto se ve reflejado en la gráfica (figura 5) que con el envase de vidrio ámbar se necesita menos cantidad de zumo de fresa para inhibir el 50% del radical DPPH a comparación del envase de vidrio transparente que se necesita más cantidad de zumo de fresa.

3.2. CUANTIFICACION DE LAS ANTOCIANINAS DEL ZUMO DE FRESA (*fragaria vesca*) EN LOS ENVASES DE VIDRIO DE COLOR ÁMBAR Y TRANSPARENTE ALMACENADOS A REFRIGERACION

Tabla 11. Cuantificación de las antocianinas en el zumo (*fragaria vesca*) de fresa almacenados en envases ámbar y envase transparente almacenados a refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento (días)	Antocianinas (mg/ml) ± D. Estándar
EA	0	1.6985 ± 0.118835
	15	1.3485 ± 0.059418
	30	1.1669 ± 0.038898
	45	1.0891 ± 0.102914
ET	0	1.4263 ± 0.258995
	15	0.9206 ± 0.227921
	30	0.7261 ± 0.059418
	45	0.5316 ± 0.097891

En la tabla 11 se observan los datos promedios obtenidos en el análisis de la cuantificación de antocianinas usando el método pH diferencial en lo cual obtuvimos que en el envase de vidrio ámbar un valor en el tiempo cero (T₀) se observa un valor inicial de 1.6985 mg/ml al tiempo cuatro (T₄) con un valor de 1.0891 mg/ml lo cual hace observar un descenso en el contenido de antocianinas que es un porcentaje leve en la degradación de antocianinas a comparación del envase de vidrio transparente que se observa un valor inicial en el tiempo cero (T₀) de 1.4263 mg/ml al tiempo cuatro (T₄) con un valor de 0.5316 mg/ml en lo cual se observa que hay un porcentaje mayor de degradación de antocianinas.

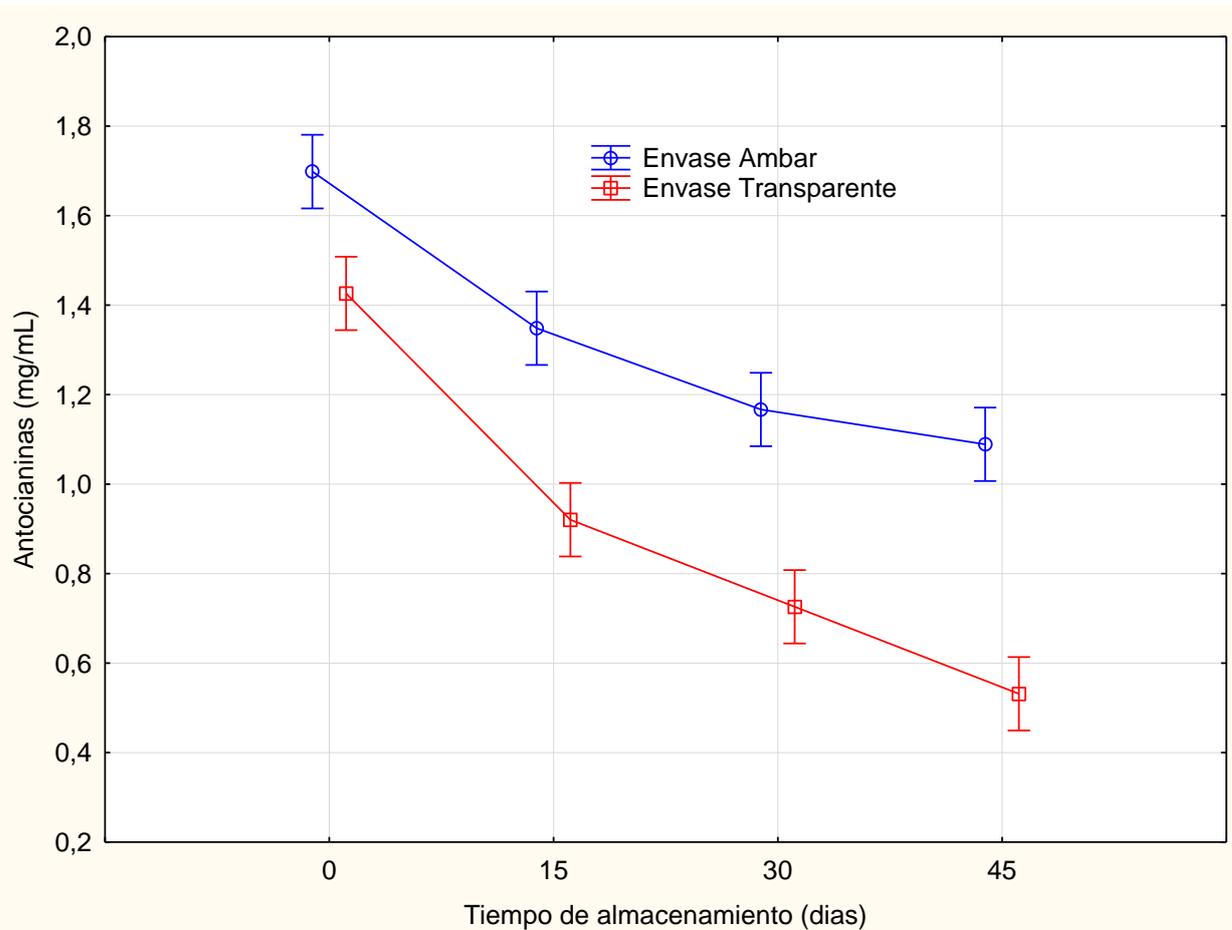


FIGURA 6: Representación gráfica de la cuantificación de las antocianinas zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente almacenados a refrigeración de 5°C.

Lo descrito en la tabla 11 se refleja en la figura 6 lo cual nos hace observar que en el tiempo cuadro que es a los 45 días de evaluación se muestra que con el envase de vidrio ámbar se puede preservar por más tiempo las antocianinas de un producto, y que un envase de vidrio transparente no es muy adecuado por la penetración de luz y rápidamente degradaría las antocianinas.

IV. DISCUSION

- ❖ Para capacidad antioxidante del zumo de fresa (*fragaria vesca*) se obtuvieron los siguientes datos en el primer tiempo de evaluación (T_0) en el cual se obtuvo un valor promedio de IC50 de $672.5724 \pm 1.8484 \mu\text{l}$ y en el último tiempo de evaluación se obtuvo el siguiente valor promedio de IC50 de $611.6292 \pm 1.5311 \mu\text{l}$ de zumo de fresa en el envase de vidrio ámbar en donde se está logrando inhibir el 50% del radical libre (DPPH). A comparación de los resultados obtenidos con el envase de vidrio transparente que son valores promedios de IC50 de $871.9887 \pm 2.3544 \mu\text{l}$ de zumo de fresa, este valor fue obtenido en el primer día de análisis y a comparación con el valor obtenido con el envase de vidrio ámbar, con el envase de vidrio transparente se necesita mucho más muestra para inhibir el 50 % del radical libre, para esto se hizo una comprobación con la tabla de Tukey para ver la comparación de sus medias y ver si hay diferencia entre ellas (tabla 26), para eso se hizo una comparación de tratamiento por tratamiento, cumpliendo que $p < 0.05$ esto aplica una hipótesis alternativa el cual determina que las medias son diferentes. Para determinar una correlación del tiempo de almacenamiento, Ochoa, 2012 hizo una comparación del tiempo de almacenamiento con la actividad antioxidante de la tuna roja el cual se pudo determinar que el tiempo de almacenamiento el cual hace que la actividad antioxidante disminuya. Y esto lo comprueban los análisis estadísticos realizados que si hay diferencias desde el primer día de almacenamiento hasta el último día que duran los ensayos, también destaca la influencia de temperatura. En cambio, para Kuskoski, *et al.*, 2005; determina que la actividad antioxidante depende en su totalidad de la concentración de la muestra o extracto, también determina que se debe usar una concentración máxima de 0.04 g/ml de pulpa de fresa; y también describe que los métodos como el DPPH el cual aplica tiempos de lectura que son de 30 minutos y en cambio el método ABTS que usa tiempo de lectura de 1 minuto lo cual atribuye una ligera desventaja entre ambas metodologías por el costo alto que posee el reactivo DPPH, pero al final ambas metodología determinan conclusiones similares.

- ❖ Y para la cuantificación de antocianinas se aplicó el método de pH diferencial el cual usa dos soluciones buffer de pH 1 y de pH 4.5 en el zumo de fresa, para la cuantificación de antocianinas se evaluaron en paralelo con capacidad antioxidante y así obtuvimos nuestros primeros resultados en el primer tiempo de análisis (T_0) un valor promedio de 1.6985 ± 0.118835 y otro valor en el último tiempo de análisis (T_3) de 1.0891 ± 0.102914 dichos valores expresados en miligramos de cianidin-3-glucósido por 100 ml de zumo de fresa en el envase de vidrio ámbar, como se observa en ambos resultados no hay mucha diferencia de valor a valor por la ayuda de conservación del envase de vidrio ámbar (figura 6); a comparación del envase de vidrio transparente que brindo los siguientes valores promedios en el primer tiempo de análisis (T_0) de 1.4263 ± 0.258995 y el siguiente valor en el último tiempo de análisis (T_3) de 0.5316 ± 0.097891 dichos valores expresados en miligramos de cianidin-3-glucósido por 100 ml de zumo de fresa, como se observa en los resultados obtenidos con el envase de vidrio transparente la pérdida de antocianinas es mucho más rápida a comparación del envase de vidrio ámbar, con el envase de vidrio transparente perdemos más de un 50% de antocianinas. Para Castillo, 2016., el pH es un punto importante, por el motivo que el pH se incrementa el porcentaje de antocianinas disminuye debido a la degradación del catión flavilio ya que es muy reactivo por su deficiencia en electrones. En cambio, para Tiburcio, *et al.*, 2010, dice que el método del pH diferencial determina que en soluciones acidas se obtiene un valor elevado de antocianinas (pH 1.0), para esto se toma 2ml del extracto y se mezcla con la solución buffer pH 1.0 esto tomara una coloración oscura y luego se tomó una lectura a una longitud de onda de 510 nm, en cambio con la solución buffer pH 4.5 la muestra toma una tonalidad incolora y el porcentaje de antocianinas es bajo. Por esto el método del pH diferencial se basa en esta reacción y permite de manera segura y rápida cuantificar el total de antocianinas de una muestra.

V. CONCLUSIONES

- ❖ De acuerdo a las variables que se manejaron se determinó que el tiempo y el color del envase tienen efecto sobre la capacidad antioxidante y también sobre el contenido de antocianinas, el cual es un pigmento propio del color de la fruta que presenta en tonalidad fuerte como es el caso de la fresa que es el color rojo fuerte, también existen otros productos como: los arándanos, la granada roja, la frambuesa, etc., todos estos productos son fuente de antioxidantes (antocianinas) las cuales son beneficiosas para el ser humano.

- ❖ Para la obtención del zumo de fresa, se tuvo que seguir los pasos descritos en el flujograma (figura 3).

- ❖ Para un análisis de capacidad antioxidante y cuantificación de antocianinas es determinante hacer análisis fisicoquímicos como lo son: pH, acidez titulable, °Brix, etc., pero como valores secundarios para poder ver cómo se comporta la muestra durante en todo el tiempo usado para la evaluación.

- ❖ El método del pH diferencial y el método DPPH permite estimar la correlación que existe entre el color, el contenido de antocianinas y la capacidad antioxidante, como por ejemplo para correlacionar el color con el contenido de antocianinas de aplico el método pH diferencial (pH 1.0 y pH 4.5) el cual nos arrojó valores expresados en mg/ml de cianidina, en la cual se distingue un color fuerte esto quiere decir que hay mayor presencia de antocianinas, y en caso del método DPPH que determina el porcentaje de inhibición del radical libre usando envases de color ámbar, en este caso se evaluó el paso de luz hacia la muestra para ver la degradación de los antioxidante.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acevedo, Belen, Montiel, Mabel y Avanza, Jorge. 2002. Efecto del tratamiento térmico en la capacidad antioxidante total de jugos de pomelo, naranja y mandarina. [En línea] Agosto de 2002. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/08-Exactas/E-013.pdf>.

Agricola, Ingenieria. 2008. La Frutilla - Manejo basico del cultivo. [En línea] 2008. <https://practiquemos.wikispaces.com/file/view/frutillas.pdf>.

Alonso, García, y otros. 2002. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN CONCENTRADOS DE UVA Y FRUTAS ROJAS. [En línea] 2002. <http://revistas.um.es/analesvet/article/view/16651/16041>.

Anaya, Jessica del Pilar Ramírez. 2013. "INFLUENCIA DE LAS TECNICAS CULINARIAS SOBRE EL CONTENIDO DE POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN HORTALIZAS DE LA DIETA MEDITERRANEA. [En línea] 2013. <http://hera.ugr.es/tesisugr/22622457.pdf>. 978-84-9028-821-4.

Andari, Vilma. 2008. La Importancia de los Antioxidantes en la Salud Cardiovascular. *interactive parenting media*. [En línea] 2008. <http://www.nuestrosninos.com/PDFs/057-antioxidantes.pdf>.

AREX. 2010. Perfil comercial de la fresa. *Sierra Exportadora*. [En línea] 2010. http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/PERFIL%20COMERCIAL%20FRESA.pdf.

Arazola, Guillermo, Herazo, Irina y Alvis, Armando. 2013. Obtención y Evaluación de la Estabilidad de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en Bebidas . [En línea] 18 de Diciembre de 2013. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v25n3/art07.pdf>.

Barquero, Javier, y otros. 2007. Agrocadena de Fresa. *Ministerio de Agricultura y Ganaderia*. [En línea] Octubre de 2007. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>.

Beltran, A. Castañeda Sanchez y J.A. Guerrero. 2015. PIGMENTOS EN FRUTAS Y HORTALIZAS ROJAS: ANTOCIANINAS. [En línea] 2015. <http://web.udlap.mx/tsia/files/2016/05/TSIA-9-Castaneda-Sanchez-et-al-2015.pdf>.

Carmona, Rafael Angulo. 2009. Fresa - *Fragaria ananassa*. [En línea] 2009. https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx.

CARRASCO, MANUEL ALEJANDRO CHAVEZ. 2013. INSECTOS PLAGAS DEL CULTIVO FRESA (*Fragaria* spp. L). [En línea] 2013. <http://190.116.38.24:8090/xmlui/bitstream/handle/123456789/271/MONOGRAFIA-INSECTOS%20PLAGAS%20DEL%20CULTIVO%20FRESA.pdf?sequence=1>.

CASTILLO, XIMENA DE LOS ANGELES HERRERA QUIÑONES y KAREN STEFANY RODRÍGUEZ. 2016. EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE FLAVONOLES Y ANTOCIANINAS CONTENIDOS EN EL AGRAZ (*Vaccinium meridionale swartz*) OBTENIDOS A NIVEL LABORATORIO POR MEDIO DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES Y EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS. [En línea] 10 de Agosto de 2016. [Citado el: 28 de Febrero de 2017.] <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/478/1/1013641316-2016-2-IQ.pdf>.

CHÁVEZ, DIEGO MARTÍN VITE. 2015. EFECTO DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL OZONO GASEOSO Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y ACEPTABILIDAD GENERAL EN FRESAS (*Fragaria vesca* L.). [En línea] 2015. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/816/1/VITE_DIEGO_TIEMPO_EXPOSIC I%C3%93_OZONO.pdf.

CHÁVEZ, FABIÁN HERIBERTO RIVERA. 2011. "PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE FRUTO DE FRESA DE VARIETADES MEXICANAS Y EXTRANJERAS" . [En línea] Noviembre de 2011. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12249/RIVERA%20CH%20C3%81V EZ%20FABI%20C3%81N%20HERIBERTO%20-%20B091406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Chinea, Carlos. 2002. SOBRE LA CONCEPCION FISICA DEL TIEMPO. [En línea] Diciembre de 2002. <http://casanchi.com/fis/tiempofisico.pdf>.

Chirinos, Hamlet. 2008. FERTILIZACION DE FRESA (*Fragaria ananasa*). [En línea] 2008. [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0057DF 16/\\$file/Fertilizaci%C3%B3n+de+Fresa.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0057DF 16/$file/Fertilizaci%C3%B3n+de+Fresa.pdf).

Codex. 2005. NORMA GENERAL DEL CODEX PARA ZUMOS (JUGOS) Y NECTARES DE FRUTAS. *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD*. [En línea] Enero de 2005. [Citado el: 25 de Agosto de 2016.] ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/TFFJ/ccfvj1/cl00_01s.pdf.

Cruz, Nieves del Socorro Martínez, y otros. 2011. Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schldl (zarzamora). [En línea] Octubre - Diciembre de 2011. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v42n4/v42n4a7.pdf>.

DANIEL, DIANA ELIZABETH LEYVA. 2009. DETERMINACIÓN DE ANTOCIANINAS, FENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LICORES Y FRUTO DE MORA. [En línea] Septiembre de 2009. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10876.pdf.

Doncel, Manuel García. 1989. El tiempo en la física: de Newton a Einstein. [En línea] 1989. <https://ddd.uab.cat/pub/enrahonar/0211402Xn15/0211402Xn15p39.pdf>.

Flórez, S. Martínez, y otros. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutricion Hospitalaria*. [En línea] 2002. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>. 0212-1611.

Gallego, Ana Úbeda. 2012. Análisis del perfil de azúcares en la autenticación de zumos de frutas. [En línea] Diciembre de 2012. [Citado el: 8 de Febrero de 2017.] <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3143/pfc5012.pdf?sequence=1>.

García, Armando Rucoba, y otros. 2014. Calidad, comercialización y rentabilidad de fresa en el sistema de producción tradicional y agroecológico en Guanajuato. [En línea] 20 de Noviembre de 2014. <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v10/Artigo%2015%20fresa.pdf>. 1808-2882 .

Gutierrez, Victor Mondragon. 2015. Asesor de Exportacion y Analista de Mercados. [En línea] 24 de Junio de 2015. <http://www.victormondragon.com/2015/06/mercados-potenciales-para-la.html>.

Julio, Bonet Gigante. 2010. DESARROLLO Y CARACTERIZACION DE HERRAMIENTAS GENOMICAS EN FRAGARIA DIPLOIDE PARA LA MEJORA DEL CULTIVO DE FRESA. [En línea] 3 de Noviembre de 2010. Doctorado en Biotecnología . <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/42009/jbg1de1.pdf;jsessionid=F4FE59A568586EC68BDE356EDBBFD4D5?sequence=1>.

KUSKOSKI, E. Marta, y otros. 2005. APLICACIÓN DE DIVERSOS MÉTODOS QUÍMICOS PARA DETERMINAR ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE FRUTOS. [En línea] 2005. [Citado el: 25 de Enero de 2017.] <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf>.

Martínez, Edgardo S. Jiménez y Miranda, Reinaldo Laguna. 2008. Insectos Plagas y Enfermedades Asociadas a los Cultivos de Mora y Fresa. [En línea] Junio de 2008. http://lacalera2.una.edu.ni/download_pdf/Guia_Num-13_Ano-2008.pdf.

MARTÍNEZ, LORENA FABIOLA SORIA. 2012. “Calidad y Rendimiento de Fresa Inoculada con Hongos Micorrízicos Arbusculares”. [En línea] Diciembre de 2012. TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12270/SORIA%20MART%20C3%8DNEZ%20LORENA%20FABIOLA%20-%20B101499.pdf?sequence=1>.

Martinez, Maria Cecilia Franco, Olaya, Victoria Benítez y Valenzuela, Daniel Gaviria. 2014. FICHA TECNICA PULPA DE FRESA. SAS. [En línea] 9 de Septiembre de 2014. [Citado el: 15 de Noviembre de 2016.] <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20FRESA%20CONGELADA.pdf>.

Martinez, Verónica y Klein, Sabine. 2008. ENVASES. [En línea] 2008. <http://www.acfah.org/privado/apuntes/3-envases.pdf>.

Mathon, Cordinado por Yamila. 2012. *Envases y Embalajes*. [ed.] Inst. Nacional de Tecnología Industrial - INTI. Buenos Aires : s.n., 2012. Vol. primera edicion.

Minagri. 2008. Estudio de la fresa en el Peru y el Mundo. *Ministerio de Agricultura*. [En línea] Octubre de 2008. [Citado el: 26 de Enero de 2017.] http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf.

Montes, Sonia Chinchilla. 2013. EL CONCEJO MENSUAL. [En línea] Marzo de 2013. http://www.infoagro.go.cr/Documents/CM_fresa_29-03-13.pdf.

Morales, Pedro Domínguez. 2012. Evaluación agronómica de selecciones avanzadas del Programa Nacional de Mejora Genética de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), en diferentes sistemas de cultivo y valoración de parámetros de calidad del fruto. [En línea] Septiembre de 2012. <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/8275/2012000000639.pdf?sequence=1>.

Nodarse, Isel Cortes y Gaete, Yasna Acevedo. 2012. Estimacion del potencial de reduccion de gasesde efecto invernader en la gestion de residuos. *Cenma*. [En línea] Febrero de 2012. http://www.cenma.cl/Pagina%20web-LQA/5-Estudios%20Ambientales/INFORME_FINAL_TDR%202014%20-GEI_V2.pdf.

OCHOA, Carlos E y GUERRERO, José A. 2012. Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller). [En línea] On-line, 2012. [Citado el: 28 de Febrero de 2017.] http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100013.0718-0764.

Oliva, Yael Vento, Álvarez, María Eugenia García y González, Dayana Manrique. 2011. INSTRUCTIVO TECNICO PARA EL CULTIVO DE LA FRESA. [En línea] 1, 2011. http://www.fruticulturacubana.co.cu/instructivos/IT5_fresa%20instructivo%20tecnico.pdf. 978-959-7210-39-9.

Ortega, Grisel María y Guerra, Mercedes. 2006. Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químico-físicos. Parte II. [En línea] Septiembre-Diciembre de 2006. <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120665001.pdf>. 0138-6204.

Pabón, Luz Marina Carvajal de, y otros. 2012. Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. [En línea] On-line, 2012. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000100005.1028-4796.

Paladino, Silvia Cristina. 2010. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS CONTENIDOS EN LAS SEMILLAS DE LA VID (*Vitis vinifera* L.). [En línea] 2010. http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2627/tesispaladino.pdf.

Pearson, Carlos. 2009. Manual del Vidrio Plano. [En línea] 2009. http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/accion_viento/manual_vidrio_plano.pdf.

Pérez, Ana Mercedes. 2009. Los productos derivados de frutas: fuentes de antioxidantes. [En línea] Noviembre de 2009. http://www.cita2.ucr.ac.cr/Alimentica/EdicionesAnteriores/Volumen%208,2010/Articulos/articulo%20-antioxidantes_y_bebidas_de_frutas-05nov09.pdf.

Rivadeneira, Diana. 2016. "Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi". *FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES*. [En línea] 2016. [Citado el: 14 de Septiembre de 2016.] Trabajo de titulación. <http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/511/1/304%20Evaluacion%20de%20tres%20dosis%20de%20zeolita%20para%20optimizar%20el%20rendimiento%20del%20cultivo.pdf>.

Sagarpa. 2005. PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL FRESA. [En línea] 18 de Marzo de 2005. <http://www.siac.org.mx/planeacion/PRNfresa22.pdf>.

Serrano, Isabel Odriozola. 2009. OBTENCIÓN DE ZUMOS Y FRUTOS CORTADOS CON ALTO POTENCIAL ANTIOXIDANTE MEDIANTE TRATAMIENTOS NO TÉRMICOS. [En línea] Enero de 2009. <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8385/Tios1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Silipú, Santos Maza y. 2008. Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo. *Ministerio de Agricultura*. [En línea] Octubre de 2008. http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf.

Tanohuye, Martín Higa y Izquierdo, Pedro Monzón. 2009. GUÍA DE ENVASES Y EMBALAJES. [En línea] Junio de 2009. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>.

Tiburcio, Juan Edson Villanueva, Hoyos, Luis Alberto Condezo y Asquieri, Eduardo Ramirez. 2010. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *SCIELO*. [En línea] Mayo de 2010. [Citado el: 5 de Enero de 2017.] http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000500023.0101-2061.

Undurraga, Pablo y Vargas, Sigrid. 2013. MANUAL DE FRUTILLA. [En línea] 2013. <http://biblioteca.inia.cl/medios/quilamapu/boletines/NR39084.pdf>. 0717-4829.

Urias, Maria Alejandra Gonzalez. 2012. Bacillus Subtilis como promotora del rendimiento y calidad de fresa. [En línea] Diciembre de 2012. <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12272/GONZ%C3%81LEZ%20UR%C3%8DAS%20MAR%C3%8DA%20ALEJANDRA%20%20-%20B101506.pdf?sequence=1>.

Vasco, Luis Felipe Fonseca. 2015. Manual Fresa. [En línea] 2015. PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL VICEPRESIDENCIA DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. <https://www.ccb.org.co/content/download/13732/175126/file/Fresa.pdf>.

Vasquez, Ricardo Rojas Vargas y Sixto Guevara. 2000. Estabilidad de la solución de hipoclorito de sodio producido IN SITU. [En línea] 2000. [Citado el: 06 de Marzo de 2017.] <http://www.bvsde.paho.org/bvsatp/e/tecnologia/documentos/agua/iEstabilidad.pdf>.

Zambrano, José Jobanny Martínez, y otros. 2011. Estabilidad de Antocianinas en Jugo y Concentrado de Agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) . [En línea] 31 de Marzo de 2011. [Citado el: 14 de Agosto de 2016.] <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a24v64n01.pdf>. 6015-6022.

Zapata, Karol, Cortes, Farid B. y Rojano, Benjamín A. 2013. Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba Agria (*Psidium araca*). [En línea] 2013. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n5/art12.pdf>.

Zapata, Luz Marina. 2014. *OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE ANTOCIANINAS A PARTIR DE ARÁNDANOS PARA SER UTILIZADO COMO ANTIOXIDANTE Y COLORANTE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. 2014. TESIS DOCTORAL .

Zavaleta, Juana, y otros. 2005. Capacidad antioxidante y principales acidos fenolicos y flavonoides de algunos alimentos. *Redalyc*. [En línea] Diciembre de 2005. [Citado el: 06 de Junio de 2016.] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371637113004.1727-558X>.

VII. ANEXOS

ANEXO 01. SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)

Equipos y materiales:

- * Refractómetro digital
- * Gotero
- * Agua destilada

Fundamento

Este es un método que determina el % de sólidos de una muestra en una escala directa haciendo uso de la refracción de la luz. Se considera también la temperatura de la muestra.

Metodología

- a) Acondicionamiento de la muestra (zumo de fresa)
- b) Calibrar el refractómetro con agua destilada (lectura 0)
- c) Una vez calibrado procedemos con un gotero a tomar unos mililitros de la muestra (zumo de fresa), una vez colocado la muestra en el lente del refractómetro digital presionamos la tecla "read" para que haga la lectura respectiva.

ANEXO 02. PH

Método recomendado por la A.O.A.C. (1995).

Equipos y Materiales

- * PH- metro
- * Vaso de precipitación de vidrio
- * Agua destilada

Metodología

- a) Colocar en un vaso de precipitación la muestra (zumo de fresa).
- b) Verificar la temperatura de la muestra.
- c) Sumergir el electrodo del pH-metro.
- d) Tomar la lectura cuando el valor del pH-metro se quede estable.

ANEXO 03. ACIDEZ TITULABLE

Método recomendado por la A.O.A.C. (1995).

Equipos y materiales

- * NaOH 0.1N
- * Fenolftaleína
- * Agua destilada
- * Bureta y soporte universal
- * Fiolas
- * Papel filtro
- * Embudo de vidrio

Metodología

- a) Primeramente, se pesa 4 gr de NaOH y se coloca en una fiola luego se enrasa con 1000 ml de agua destilada y así obtener una solución de NaOH 0.1N.
- b) Como segundo paso para preparar la muestra, se 10 ml del zumo y se diluye con 50 ml de agua destilada.
- c) Se toma 20 ml de la solución anterior y se titula con una solución de NaOH 0.1 N y utilizando fenolftaleína como indicador, hasta que cambie a color grosella.
- d) La acidez titulable se calcula mediante la siguiente formula:

$$\% AT = \frac{V * N * E}{10A} * 100$$

Donde:

- * **V:** ml. Volumen gastado
- * **N:** Normalidad
- * **E:** Mili equivalente (factor)
- * **A:** peso de muestra (ml)

ANEXO 04. COLOR

Para determinar el color, según AOAC (1995) se utilizó el método Espectrofotométrico

Equipos y materiales

- * Espectrofotómetro
- * Cubetas del espectrofotómetro
- * Agua destilada
- * Pipetas
- * Vasos de precipitación

Fundamento:

Este método está basado en cuanta luz puede absorber una muestra, este método se basa en la Ley de Lambert y Ley de Beer. Este método se basa en la correlación que existe entre la absorbancia de un compuesto y su concentración. Cuando la razón obtenida de los valores de absorbancia a 500 y 520 nm, es un equivalente a un factor, la muestra está libre de turbidez visible y se realiza el análisis el cual determina el color de la muestra (Cárdenas, 2003).

Metodología

- a) Colocar la muestra (zumo de fresa) en un vaso de precipitación
- b) Diluir con agua destilada de acuerdo a la longitud de onda que se va a leer
- c) Colocar la muestra en una cubeta del espectrofotómetro y en otra cubeta colocar la solución blanca.
- d) Proceder a leer los datos dados en absorbancia o Transmittancia.

ANEXO 05 (DPPH)

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL MÉTODO DPPH

Por el método ligeramente modificado de Brand-Williams et al 1995. DPPH reacciona con un compuesto antioxidante, que Pueden donar hidrógeno, y reducir DPPH. El cambio en Color (de violeta profundo a amarillo claro) se midió en 517 nm en un espectrofotómetro de luz uv-visible

Materiales y Equipos

A. Materiales

- ✓ Embudos de vidrio
- ✓ Matraz
- ✓ Papel filtro
- ✓ Probeta
- ✓ Fiola
- ✓ Mesa de trabajo
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Agua destilada
- ✓ Cronometro
- ✓ Pipetas
- ✓ Cubetas para espectrofotómetro
- ✓ Metanol
- ✓ DPPH (2,2 – difenil -1- picrilhidrazilo)

B. Equipos

- ✓ Micro pipeta
- ✓ Espectrofotómetro

Preparación de Reactivo DPPH

- ✓ Pesar 0.0039 g del reactivo DPPH
- ✓ Diluir con metanol al 80%, en fiola de 100 mL hasta enrazar (todo ello en oscuridad).
- ✓ Dejar reposar el reactivo por 30 minutos en oscuridad para que se disuelva todo el reactivo.
- ✓ Transcurrido los 30 minutos tomar una muestra del DPPH y llevar al espectrofotómetro para una lectura de absorbancia de 0.995 a 1.005 con un margen de error de ± 0.005 en la lectura de absorbancia.

Preparación de la muestra

- ✓ Primeramente, hacer las diluciones del zumo de fresa de ambos tipos de envases como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Diluciones de las muestras a analizar

REPETICION DE LA MUESTRA	Envase ámbar		Envase Transparente	
	Zumo	Agua	Zumo	Agua
R1	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml
R2	4 ml	6 ml	4 ml	6 ml
R3	3 ml	7 ml	3 ml	7 ml
R4	2 ml	8 ml	2 ml	8 ml
R5	1 ml	9 ml	1 ml	9 ml

- ✓ Una vez filtrada las diluciones, colocar cada muestra en Fiolas cubiertas con papel aluminio para evitar el paso de luz hacia la muestra.

Preparación de la Muestra de Análisis

- ✓ Reaccionar 50 µL de cada concentración de la muestra (zumo de fresa) realizada con 950 µL de DPPH y dejar reposar por un tiempo de 30 minutos en un lugar sin aluminaación.
- ✓ Leer la absorbancia a 517 nm, a intervalos de 5 minutos durante 30 minutos.
- ✓ Calcular el porcentaje de inhibición con la siguiente fórmula descrita a continuación:

$$\% \text{inhibición} = \frac{\text{Abs. inicial} - \text{Abs. final}}{\text{Abs. inicial}} * 100$$

Donde:

- ▲ Abs inicial = Absorbancia del DPPH
- ▲ Abs final = Absorbancia del DPPH + Muestra

- ✓ Pero también podemos aplicar la siguiente fórmula el cual nos permite determinar el porcentaje de remanente del radical DPPH:

$$\% \text{DPPH}_{\text{REM}} = \frac{(\text{DPPH})_f}{(\text{DPPH})_i} * 100$$

Donde (DPPH)_f es la absorbancia del radical DPPH al final de la reacción, (DPPH)_i es la absorbancia del radical al inicio de la reacción.

- ✓ Graficar el Porcentaje de Inhibición DPPH frente a la dilución de la muestra y establecer una ecuación.
- ✓ Calcular el valor IC₅₀ en la ecuación haciendo el valor de y = 50 y calculando x.
- ✓ Los resultados obtenidos serán registrados en la Tabla 11.

ANEXO 06: METODO PH DIFERENCIAL

CUANTIFICACION DE ANTOCIANINAS POR EL MÉTODO DE PH DIFERENCIAL

Materiales y Equipos

A. Materiales

- ✓ Pipetas
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Gradilla
- ✓ Embudo de vidrio
- ✓ Papel filtro
- ✓ Vaso de precipitación
- ✓ Solución buffer pH 1
- ✓ Solución buffer pH 4.5
- ✓ Agua destilada
- ✓ Cubetas de Espectrofotómetro

B. Equipos

- ✓ Espectrofotómetro

Preparación de la muestra

- ✓ Primeramente, se tomó una muestra de zumo de fresa y se hizo una dilución con agua destilada y se mantuvo agitando manualmente por 10 minutos.

- ✓ Una vez transcurrido los 10 minutos, se procede a filtrar la mezcla en un matraz.
- ✓ Del filtrado se van a tomar 2ml de muestra.
- ✓ La primera muestra de 2 ml se diluyo con la solución buffer de pH 1,0 y la segunda muestra de 2 ml se diluyo con la solución buffer de pH 4.5.
- ✓ La lectura de absorbancia se registró con una longitud de onda de 510 nm.
- ✓ La concentración de antocianinas fue calculada con al siguiente formula:

$$C \left(\frac{mg}{ml} \right) = (A_{pH=1} - A_{pH=4.5}) * 482.82 * \frac{1000}{24825} DF$$

Donde:

- 482.82: Masa molecular de la cianidina-3-glucosido
- 24825: Absortividad molar a 510 nm
- pH = 1.0; pH = 4.5: Correlación de la formación de productos de degradación.
- DF: Factor de Dilución (2)

ANEXO 07: ANALISIS ESTADISTICOS

Tabla 13. Determinación de los sólidos solubles del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente a una temperatura de refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento	Promedio (SS) ± Desviación estándar
EA	0	9.2 ± 0.0000
	15	8.5 ± 0.1155
	30	8.3 ± 0.1155
	45	7.9 ± 0.0577
ET	0	9.3 ± 0.0577
	15	8.5 ± 0.1155
	30	8.1 ± 0.1732
	45	7.7 ± 0.1155

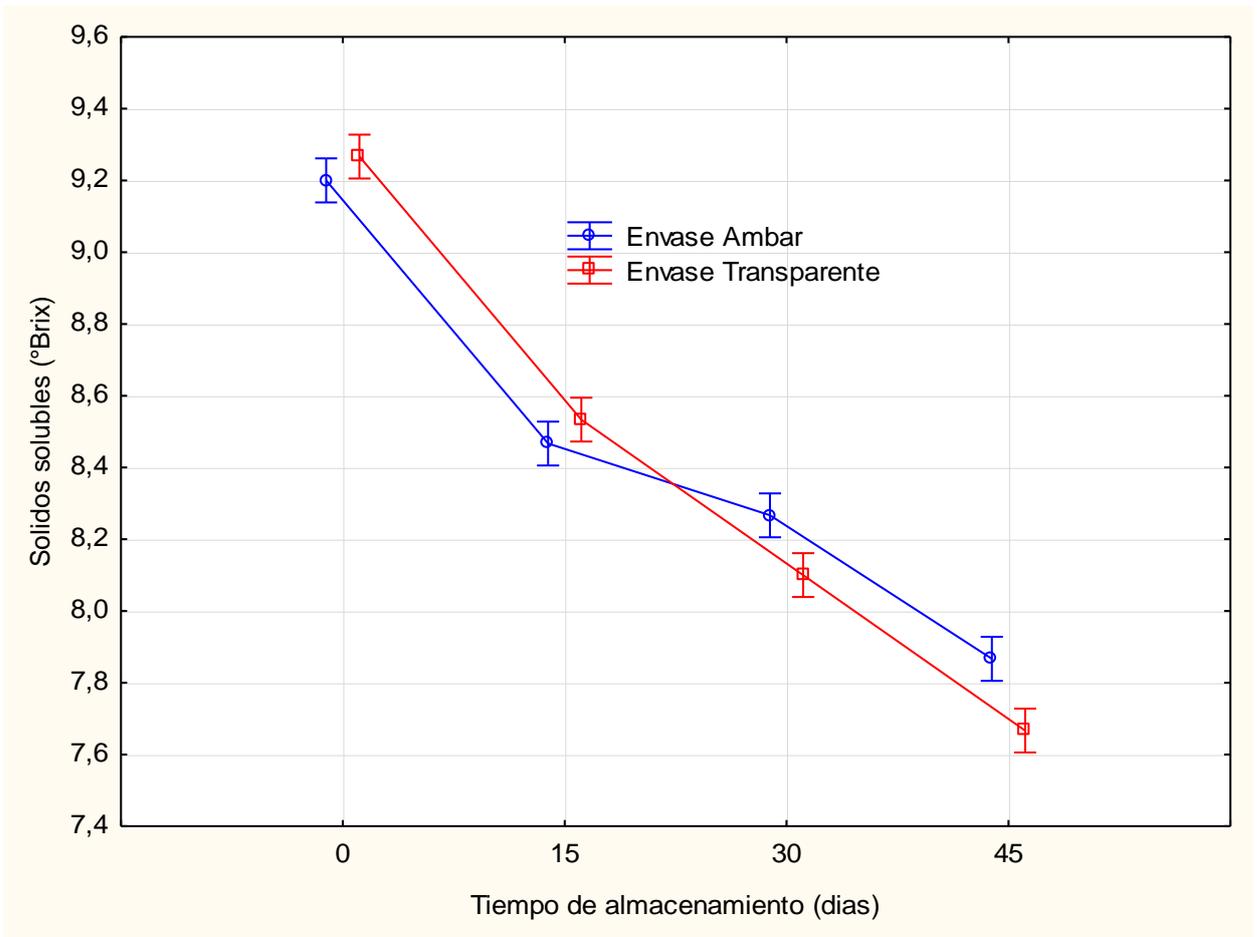


FIGURA 7: Representación gráfica de los sólidos solubles del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.

Tabla 14. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,005$) (SS)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	0,020	0,020	1,8	0,196702
Tiempo de almacenamiento (días)	3	6,905	2,302	204,6	0,000000
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,095	0,032	2,8	0,073340
Error	16	0,180	0,011		
Total	23	7,200			

Tabla 15. Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable sólidos solubles

Tukey HSD test; variable Solidos solubles (°Brix) (Datos corregidos 2.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01125, df = 16,000

	Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - 9,200 0	{2} - 8,466 7	{3} - 8,266 7	{4} - 7,866 7	{5} - 9,266 7	{6} - 8,533 3	{7} - 8,100 0	{8} - 7,666 7
1	EA	0		0,000 176	0,000 175	0,000 175	0,992 560	0,000 185	0,000 175	0,000 175
2	EA	15	0,000 176		0,345 746	0,000 227	0,000 175	0,992 560	0,011 435	0,000 175
3	EA	30	0,000 175	0,345 746		0,005 455	0,000 175	0,100 737	0,554 956	0,000 227
4	EA	45	0,000 175	0,000 227	0,005 455		0,000 175	0,000 185	0,193 731	0,345 746
5	ET	0	0,992 560	0,000 175	0,000 175	0,000 175		0,000 176	0,000 175	0,000 175
6	ET	15	0,000 185	0,992 560	0,100 737	0,000 185	0,000 176		0,002 658	0,000 175
7	ET	30	0,000 175	0,011 435	0,554 956	0,193 731	0,000 175	0,002 658		0,002 658
8	ET	45	0,000 175	0,000 175	0,000 227	0,345 746	0,000 175	0,000 175	0,002 658	

Tabla 16. Determinación del % AT del zumo de fresa (fragaria vesca) almacenados en envases ámbar y envase transparente a una temperatura de refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento	Promedio (% AT)	Desviación estándar
EA	0	4.70%	0.10%
	15	4.97%	0.15%
	30	4.60%	0.10%
	45	4.57%	0.21%
ET	0	4.83%	0.06%
	15	4.70%	0.26%
	30	4.70%	0.10%
	45	4.43%	0.15%

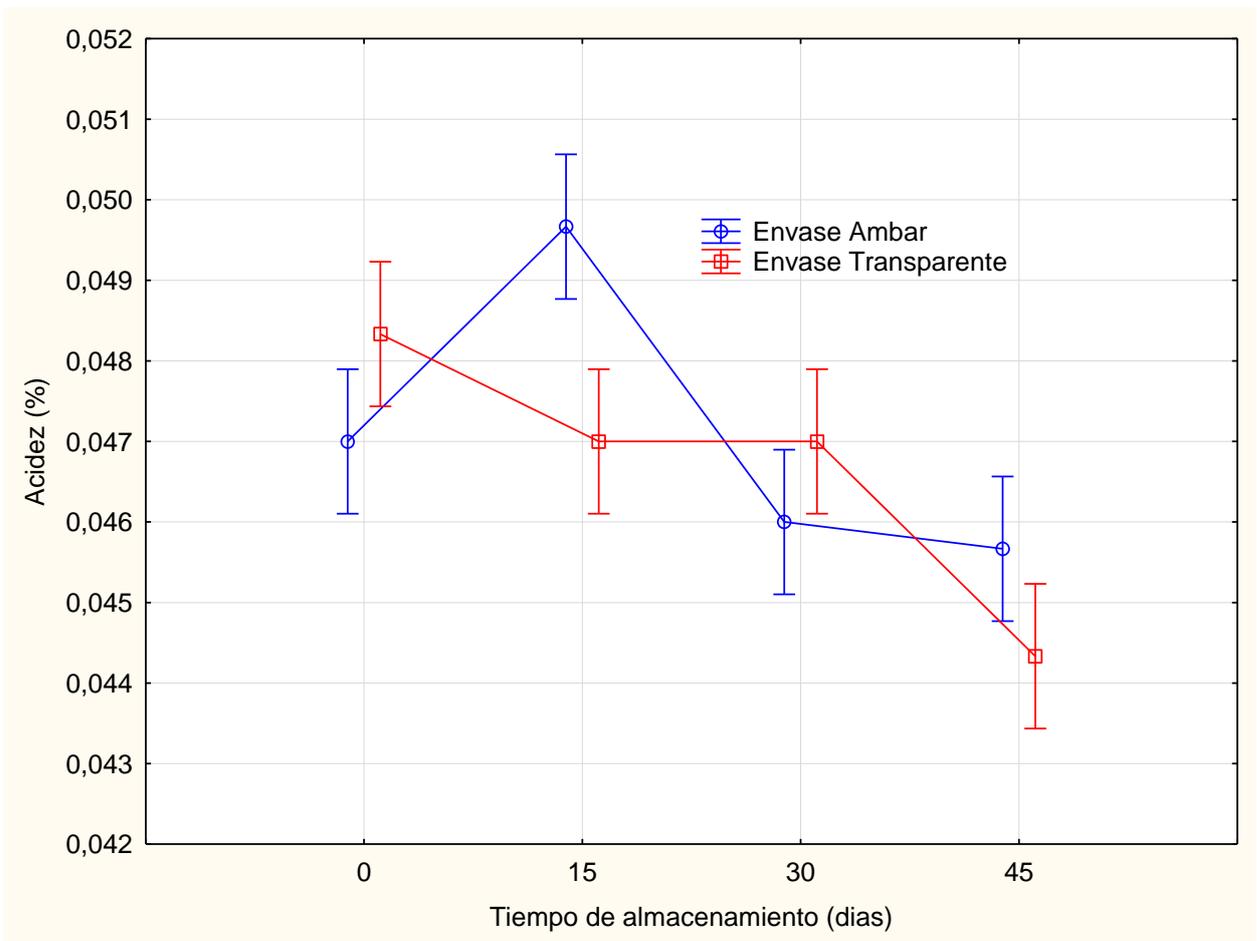


FIGURA 8: Representación gráfica del % AT del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.

Tabla 17. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,005$) (% AT)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	0,000001	0,000001	0,43	0,520813
Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,000038	0,000013	5,30	0,009912
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,000016	0,000005	2,27	0,119575
Error	16	0,000039	0,000002		
Total	23	0,000095			

Tabla 18. Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable % AT

Tukey HSD test; variable Acidez (%) (Datos corregidos 2.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00000, df = 16,000									
Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - ,0470 0	{2} - ,0496 7	{3} - ,0460 0	{4} - ,0456 7	{5} - ,0483 3	{6} - ,0470 0	{7} - ,0470 0	{8} - ,0443 3
1	EA		0,453 585	0,991 478	0,958 505	0,958 505	1,000 000	1,000 000	0,453 585
2	EA	0,453 585		0,140 261	0,088 580	0,958 505	0,453 585	0,453 585	0,012 166
3	EA	0,991 478	0,140 261		0,999 993	0,606 079	0,991 478	0,991 478	0,881 145
4	EA	0,958 505	0,088 580	0,999 993		0,453 585	0,958 505	0,958 505	0,958 505
5	ET	0,958 505	0,958 505	0,606 079	0,453 585		0,958 505	0,958 505	0,088 580
6	ET	1,000 000	0,453 585	0,991 478	0,958 505	0,958 505		1,000 000	0,453 585
7	ET	1,000 000	0,453 585	0,991 478	0,958 505	0,958 505	1,000 000		0,453 585
8	ET	0,453 585	0,012 166	0,881 145	0,958 505	0,088 580	0,453 585	0,453 585	

Tabla 19. Determinación del pH del zumo de fresa (fragaria vesca) almacenados en envases ámbar y envase transparente a una temperatura de refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento	Promedio (pH) ± Desviación estándar
EA	0	3.25 ± 0.0000
	15	3.32 ± 0.0153
	30	3.42 ± 0.0153
	45	3.46 ± 0.0200
ET	0	3.25 ± 0.0000
	15	3.32 ± 0.0000
	30	3.41 ± 0.0153
	45	3.45 ± 0.0153

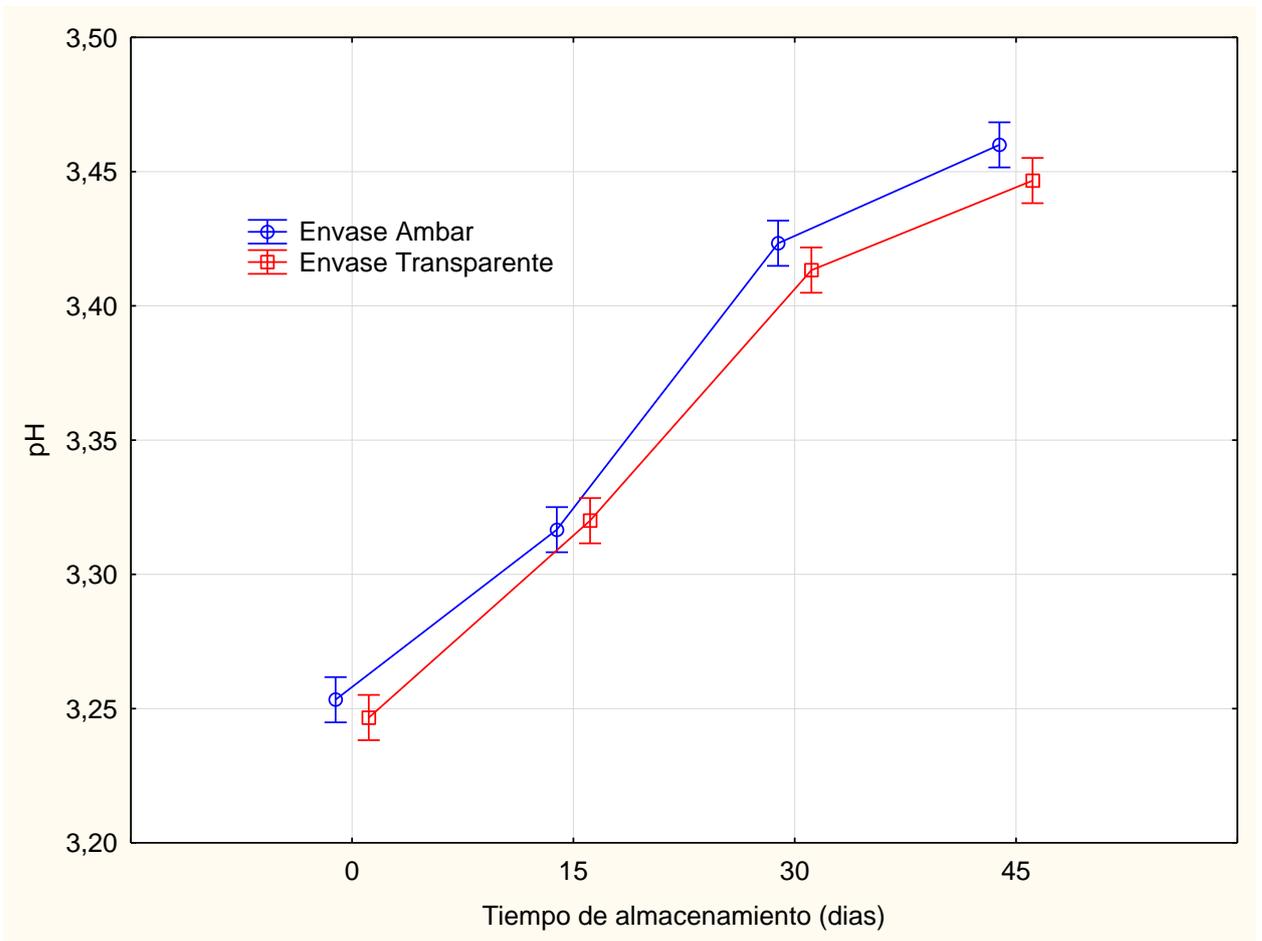


FIGURA 9: Representación gráfica del pH del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.

Tabla 20. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,005$) (pH)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	0,0003	0,0003	1	0,279152
Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,1557	0,0519	244	0,000000
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,0002	0,0001	0	0,778482
Error	16	0,0034	0,0002		
Total	23	0,1596			

Tabla 21. Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable pH

Tukey HSD test; variable pH (Datos corregidos 2.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00021, df = 16,000									
Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - 3,253 3	{2} - 3,316 7	{3} - 3,423 3	{4} - 3,460 0	{5} - 3,246 7	{6} - 3,320 0	{7} - 3,413 3	{8} - 3,446 7
1	EA		0,001 495	0,000 175	0,000 175	0,998 973	0,000 938	0,000 175	0,000 175
2	EA	0,001 495		0,000 175	0,000 175	0,000 614	0,999 990	0,000 179	0,000 175
3	EA	0,000 175	0,000 175		0,100 485	0,000 175	0,000 176	0,987 647	0,533 871
4	EA	0,000 175	0,000 175	0,100 485		0,000 175	0,000 175	0,020 935	0,942 785
5	ET	0,998 973	0,000 614	0,000 175	0,000 175		0,000 430	0,000 175	0,000 175
6	ET	0,000 938	0,999 990	0,000 176	0,000 175	0,000 430		0,000 182	0,000 175
7	ET	0,000 175	0,000 179	0,987 647	0,020 935	0,000 175	0,000 182		0,162 776
8	ET	0,000 175	0,000 175	0,533 871	0,942 785	0,000 175	0,000 175	0,162 776	

Tabla 22. Determinación del color (absorbancia) del zumo de fresa (fragaria vesca) almacenados en envases ámbar y envase transparente a una temperatura de refrigeración de 5°C.

Tipo de envase	Tiempo de almacenamiento	Promedio (COLOR) ± Desviación estándar
EA	0	1.90 ± 0.0000
	15	1.82 ± 0.0000
	30	1.75 ± 0.0000
	45	1.64 ± 0.0010
ET	0	1.84 ± 0.0000
	15	1.73 ± 0.0006
	30	1.67 ± 0.0006
	45	1.61 ± 0.0017

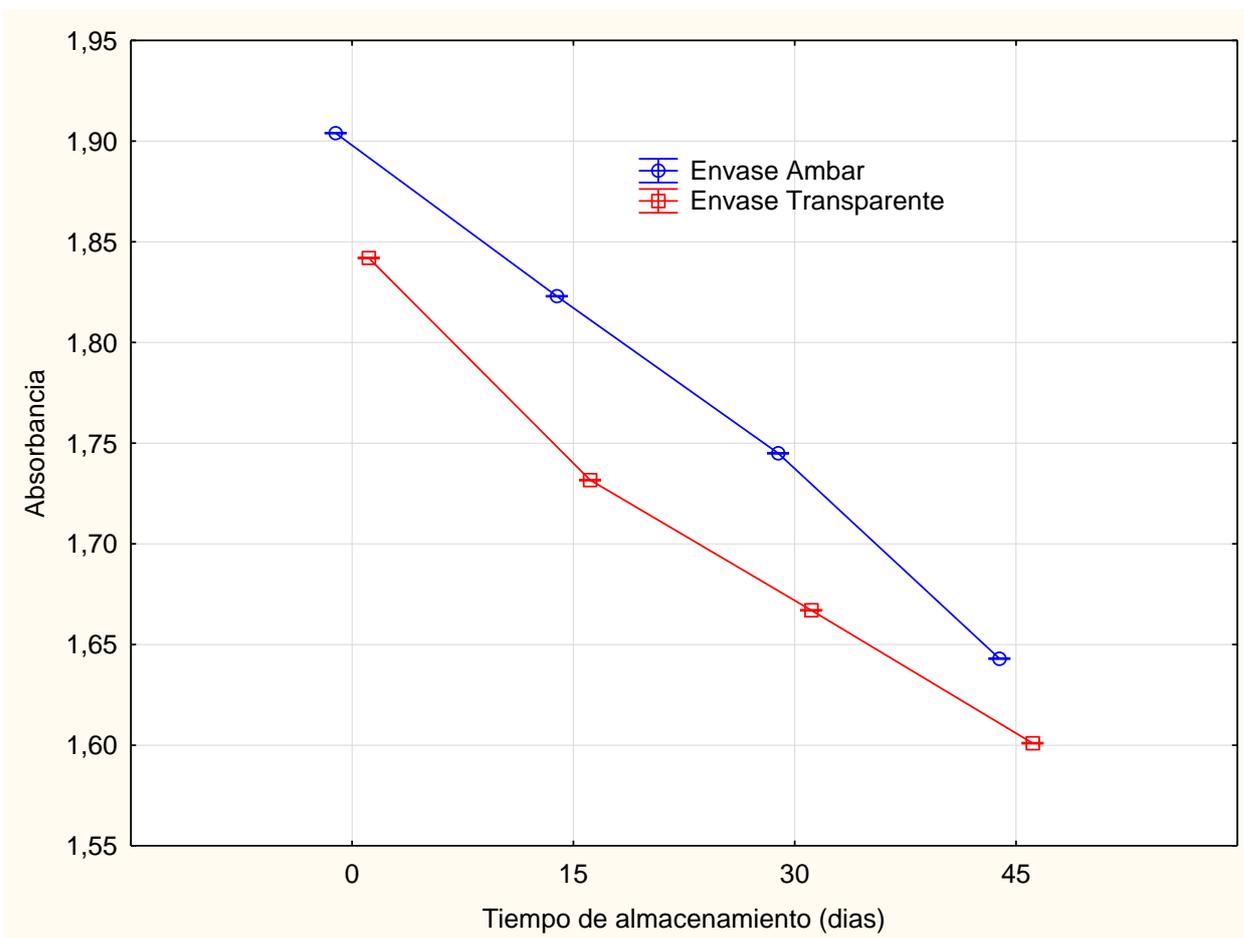


FIGURA 10: Representación gráfica del color (absorbancia) del zumo de fresa (*fragaria vesca*) almacenados en envases ámbar y envase transparente a refrigeración de 5°C.

Tabla 23. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,05$) (color)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	0,02802	0,02802	168100	0,00
Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,20447	0,06816	408945	0,00
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,00203	0,00068	4068	0,00
Error	16	0,00000	0,00000		
Total	23	0,23453			

Tabla 24. Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable color

Tukey HSD test; variable Absorbancia (Datos corregidos 4.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00000, df = 16,000									
Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - 1,904 0	{2} - 1,823 0	{3} - 1,745 0	{4} - 1,643 0	{5} - 1,842 0	{6} - 1,731 7	{7} - 1,667 0	{8} - 1,601 0
1	EA		0,000 175						
2	EA	0,000 175		0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175
3	EA	0,000 175	0,000 175		0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175
4	EA	0,000 175	0,000 175	0,000 175		0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175
5	ET	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175		0,000 175	0,000 175	0,000 175
6	ET	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175		0,000 175	0,000 175
7	ET	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175	0,000 175		0,000 175
8	ET	0,000 175							

Tabla 25. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase ($p < 0,005$) (IC50)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	208167	208167	47287	0,000000
Tiempo de almacenamiento (días)	3	17401	5800	1318	0,000000
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	505	168	38	0,000000
Error	16	70	4		
Total	23	226144			

Tabla 26 Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable (IC50)

Tukey HSD test; variable Capacidad antioxidante IC50 (µL) (Datos corregidos 2.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 4,4022, df = 16,000									
Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - 672,57	{2} - 655,92	{3} - 639,19	{4} - 611,63	{5} - 871,99	{6} - 845,87	{7} - 819,09	{8} - 787,43
1	EA	0	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
2	EA	15	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
3	EA	30	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
4	EA	45	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
5	ET	0	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
6	ET	15	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
7	ET	30	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175
8	ET	45	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175	0,000175

Tabla 27. Análisis de las medias en relación del tiempo y el tipo de envase (p<0,005) (Antocianinas)

FV	g.l	SC	CM	F	p
Color de envase	1	1,08189	1,08189	53,461	0,000002
Tiempo de almacenamiento (días)	3	1,93033	0,64344	31,795	0,000001
Color de Envase*Tiempo de almacenamiento (días)	3	0,06172	0,02057	1,017	0,411255
Error	16	0,32379	0,02024		
Total	23	3,39773			

Tabla 28. Prueba Tukey HSD test para la comparación de las medias de la variable
(Antocianinas)

Tukey HSD test; variable Antocianinas (mg/mL) (Datos corregidos 2.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,02024, df = 16,000									
Color de Envase	Tiempo de almacenamiento (días)	{1} - 1,698 5	{2} - 1,348 5	{3} - 1,166 9	{4} - 1,089 1	{5} - 1,426 3	{6} - ,9205 8	{7} - ,7260 9	{8} - ,5316 0
1 EA	0		0,112 996	0,005 910	0,001 703	0,329 383	0,000 264	0,000 177	0,000 175
2 EA	15	0,112 996		0,764 333	0,383 606	0,996 808	0,032 961	0,001 402	0,000 217
3 EA	30	0,005 910	0,764 333		0,996 808	0,383 606	0,442 557	0,026 632	0,001 161
4 EA	45	0,001 703	0,383 606	0,996 808		0,137 043	0,821 043	0,092 754	0,003 871
5 ET	0	0,329 383	0,996 808	0,383 606	0,137 043		0,009 071	0,000 505	0,000 185
6 ET	15	0,000 264	0,032 961	0,442 557	0,821 043	0,009 071		0,702 303	0,061 813
7 ET	30	0,000 177	0,001 402	0,026 632	0,092 754	0,000 505	0,702 303		0,702 303
8 ET	45	0,000 175	0,000 217	0,001 161	0,003 871	0,000 185	0,061 813	0,702 303	

ANEXO 08: IMÁGENES DE LOS PRIMEROS ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



Figura 11. Materia prima



Figura 12. Pesado del reactivo DPPH
(0.0039 gr)



Figura 13. Primera lectura del DPPH

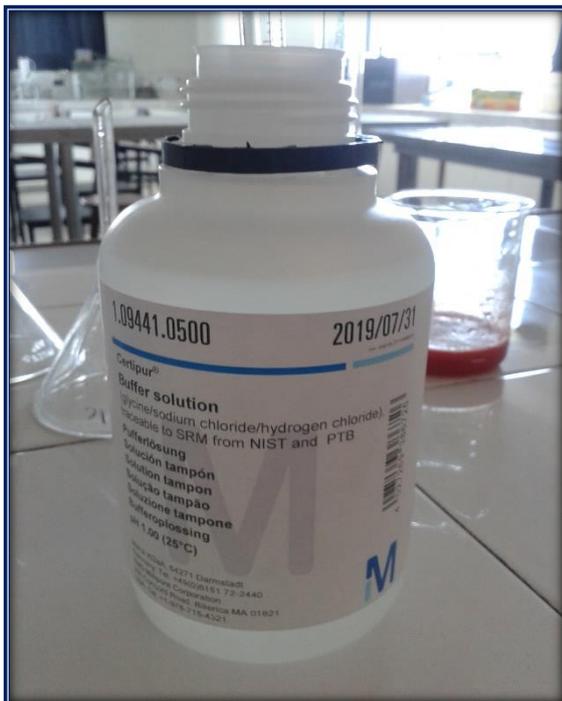


Figura 14. Primera lectura del DPPH

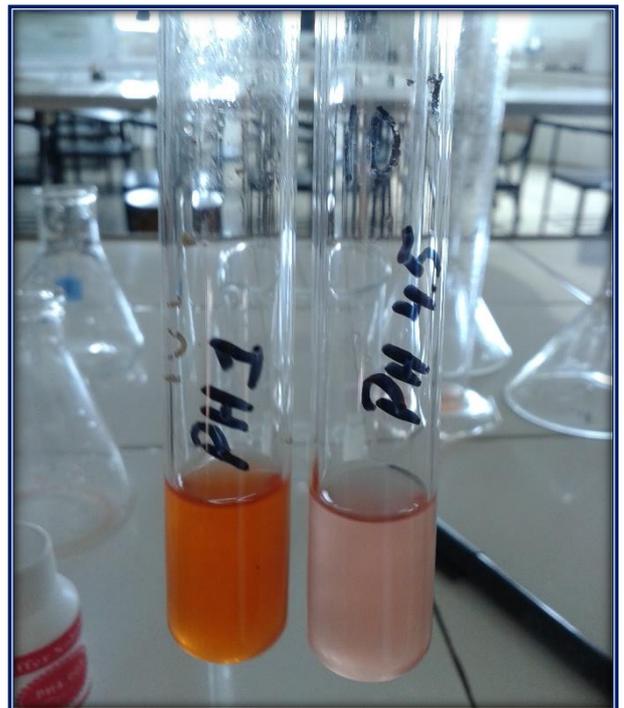


Figura 15. Solución buffer pH 1



Figura 17. Adición de la muestra en la cubeta del espectrofotómetro

Figura 16. Comparación del buffer pH 1 y pH 4.5

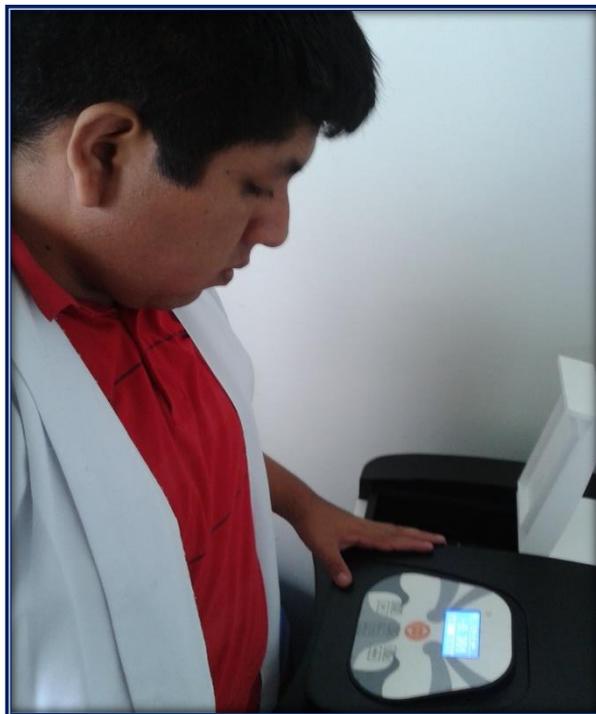


Figura 18. Calibrando el espectrofotómetro

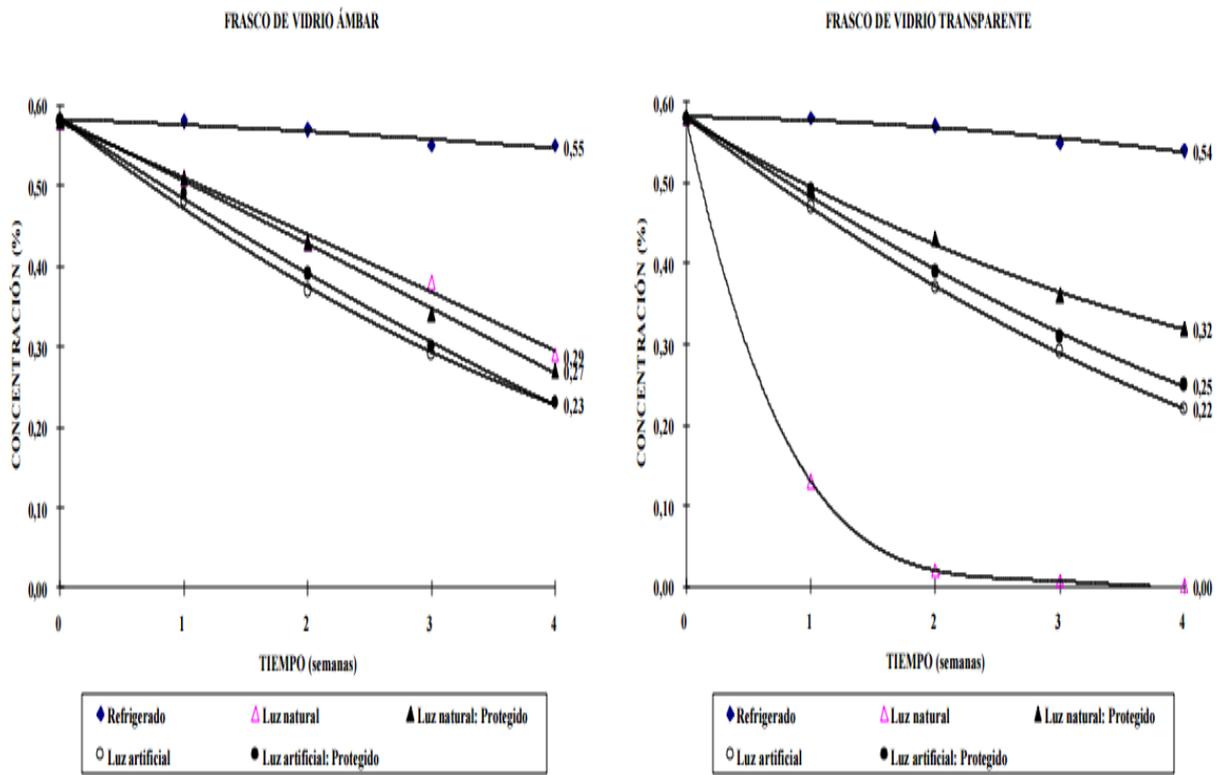


Figura 19. Comparación de envases de vidrio de color ámbar y transparente