

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LA OBTENCIÓN DE BEBIDA DE
ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) PARA PROLONGAR SU VIDA ÚTIL”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO

AGROINDUSTRIAL

TESISTA:

Bach. TUCTO SANTIAGO, Ewer Telio

ASESOR:

Mg. ESTACIO LAGUNA, Roger

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por siempre guiar mi vida, protegerme en cada momento y principalmente por permitirme terminar la carrera.

A mis padres, Justina Santiago y Marino Tucto por apoyarme incondicionalmente y motivarme a seguir adelante.

A mis hermanos, Arcadio, Saturnino, Luz, Sofia y Hernán por poder contar siempre con ellos.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, nuestra alma mater, por acogernos en sus aulas y brindarme la formación profesional.

A nuestros maestros, gracias por su tiempo, dedicación, consejos, orientaciones y soportarnos durante el tiempo de estudios de pre grado.

A todas y cada una de las personas que formaron parte del desarrollo de esta investigación, en especial a nuestro asesor Mg. Roger Estacio Laguna por su apoyo incondicional y soportarnos durante todo este tiempo del desarrollo de la tesis.

De la misma manera agradezco al Dr. Ángel David, Natividad Bardales; Dr. Villanueva Tiburcio, Juan E, por las guías que nos otorgaron durante la investigación.

Al Ing. César Cueto Rosales por compartir sus conocimientos en la experimentación del trabajo de investigación y a todos los ingenieros de la facultad que nos condujeron en nuestra vida universitaria.

Agradecer a CITE Agroindustrial Huallaga – UT Ambo por facilitarnos su laboratorio, y a nuestros colegas y amigos que de uno a otra forma nos brindaron su apoyo. Y finalmente a nuestros hermanos y familiares que nos acompañaron en el camino que elegimos para nuestras vidas.

RESUMEN

Los arándanos tienen alto valor nutricional, especialmente por su alto contenido de antocianinas son potentes antioxidantes y poseen alta capacidad de secuestrar radicales libres, para los consumidores interesados en alimentos funcionales. Se estudió el efecto de la aplicación de ultrasonido en las bebidas de arándanos, teniendo como variables la potencia de ultrasonido (1050 y 1500 watts), tiempo (25 y 35 min) y temperatura (50 y 60 °C); obteniéndose un total de 8 tratamientos a los que se les realizó análisis del contenido de antocianinas, polifenoles totales y microbiológicos a 0, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento a 30 °C; asimismo, se tuvo una evaluación sensorial las bebidas al finalizar el periodo de almacenamiento. Se determinó la influencia de ultrasonido a los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C), son los que alcanzaron los 60 días de duración con respecto a las cargas microbianas. El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de antocianinas totales el Día 0 (1050 w, 25 min, 60 °C) es el mejor tratamiento, para D15 son (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35min, 50 °C) y (1500w, 25 min, 60 °C); D30 (1500 w, 25 min, 60 °C), D45 (1500 w, 35min, 60 °C) y D60 (1500 w, 25 min, 50 °C). El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de polifenoles totales Día 0 (1500 w, 35 min, 50 °C) y Día 45 (1500 w, 35 min, 50 °C), es el mejor tratamiento por la cantidad de polifenoles totales obtenidos, para las diferentes factores y niveles evaluados. Se determinó la influencia de aplicación de ultrasonido en las mejores características sensoriales con respecto al sabor, olor y aspecto general lo registraron en 5 °C los tratamientos (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C) y 30 °C los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C) que preservaron sus características aceptables.

Palabras claves: conservación, almacenamiento, tecnología emergente.

SUMMARY

Blueberries have high nutritional value, especially because of their high anthocyanin content they are potent antioxidants and have high capacity to sequester free radicals, for consumers interested in functional foods. The effect of the application of ultrasound in blueberry beverages was studied, with variables such as ultrasound power (1050 and 1500 watts), time (25 and 35 min) and temperature (50 and 60 ° C); obtaining a total of 8 treatments that were analyzed for the content of anthocyanins, total and microbiological polyphenols at 0, 15, 30, 45 and 60 days of storage at 30 ° C; Likewise, there was a sensory evaluation of the drinks at the end of the storage period. The influence of ultrasound was determined to the treatments (1500 w, 35 min, 60 ° C), (1500 w, 25 min, 50 ° C), (1500 w, 35 min, 50 ° C), are those that reached the 60 days duration with respect to microbial loads. The treatment with the best characteristics with respect to the total anthocyanin content on Day 0 (1050 w, 25 min, 60 ° C) is the best treatment, for D15 they are (1500 w, 25 min, 50 ° C), (1500 w, 35min, 50 ° C) and (1500w, 25 min, 60 ° C); D30 (1500 w, 25 min, 60 ° C), D45 (1500 w, 35min, 60 ° C) and D60 (1500 w, 25 min, 50 ° C). The treatment with better characteristics with respect to the content of total polyphenols Day 0 (1500 w, 35 min, 50 ° C) and Day 45 (1500 w, 35 min, 50 ° C), is the best treatment for the amount of total polyphenols obtained, for the different factors and levels evaluated. The influence of ultrasound application on the best sensory characteristics with respect to taste, smell and general appearance was determined in 5 ° C treatments (1500 w, 25 min, 50 ° C), (1500 w, 35 min, 50 ° C) and 30 ° C treatments (1500 w, 35 min, 60 ° C), (1500 w, 25 min, 50 ° C), (1500 w, 35 min, 50 ° C) that preserved their acceptable characteristics.

Keywords: conservation, storage, emerging technology.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	III
SUMMARY.....	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Fundamentación teórica.....	3
2.2. Antecedentes.....	25
2.3. Hipótesis	32
2.3.1. Hipótesis general.....	32
2.3.2. Hipótesis específicas.....	33
2.4. Variables	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. Tipo y Nivel de investigación.....	35
3.2. Lugar de ejecución.....	35
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	35
3.4. Tratamientos en estudio	35
3.5. Prueba de hipótesis	36
3.6. Diseño de la investigación	37
3.7. Datos registrados.....	38
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	38
3.9. Materiales y equipos	39
3.10. Conducción de la investigación	40
IV. RESULTADOS	47
4.1. Caracterización de la materia prima (Arándano)	47
4.2. Evaluación microbiológica durante el almacenamiento de la bebida de	47
arándano con aplicación ultrasónica.....	47
4.2.1. Efecto factor A (Potencia)	48
4.2.2. Efecto factor B (Tiempo).....	48
4.2.3. Efecto factor C (Temperatura).....	49
4.2.4. Efecto factor potencia y tiempo (AXB).....	50
4.2.5. Efecto factor potencia y temperatura (AXC).....	50
4.2.6. Efecto factor tiempo y temperatura (BXC).....	51
4.2.7. Efecto factor potencia, tiempo y temperatura (AXBXC).....	52
4.3. Evaluación de antocianinas y polifenoles durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica	54
4.4. Evaluación de las características sensoriales durante el almacenamiento de	70

la bebida de arándano con aplicación ultrasónica	70
V. DISCUSIÓN.....	74
5.1. Caracterización de la materia prima (Arándano).....	74
5.2. Evaluación microbiológica durante el almacenamiento de la bebida de	74
arándano con aplicación ultrasónica.....	74
5.3. Evaluación de antocianinas y polifenoles durante el almacenamiento de la	77
bebida de arándano con aplicación ultrasónica	77
5.4. Evaluación de las características sensoriales durante el almacenamiento de	81
la bebida de arándano con aplicación ultrasónica	81
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	84
VIII. LITERATURA CITADA.....	85
IX. ANEXOS	90

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en Huánuco no existen estudios sobre la conservación de bebida de arándano en forma natural. Se continúa comercializando como fruta de manera congelada en mercados, supermercados, con conservantes químicos. por esta razón se hace necesario la producción y conservación para generar nuevas fuentes de preservación.

El aumento de la conciencia sanitaria y de la demanda del consumo de la bebida de arándano que valora las características de su sabor natural y de su aroma, han aumentado el interés por identificar tecnologías alternativas para la conservación del producto.

Utilizando una tecnología adecuada y accesible económicamente ayudaría a solucionar el problema de productores y distribuidores que venden el arándano a un alto precio al mercado lo cual incide en el bajo consumo de este producto.

Actualmente, en nuestra región de Huánuco existen subproductos alimenticios que no son aprovechados su totalidad: prueba de ello, es el arándano (sólo se utiliza en venta el fruto congelado para consumo) que es muy rico en vitamina A, C, buena fuente de fibra, proteínas, sodio, potasio, fosforo, magnesio, calcio, gracias a sus propiedades está considerado como un buen antioxidante, antibiótico, desinflamatorio, desinfectante.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de identificar una tecnología alternativa accesible económicamente para la conservación de una bebida de arándano utilizando la tecnología emergente de ultrasonido en diferentes tiempos sin pérdida de sus características sensoriales. La razón por la cual el mercado de refrescos o jugos de frutas no había podido comercializar este producto era la ausencia de una tecnología adecuada de conservación de bebida de arándano.

Los distintos métodos de conservación de alimentos pretenden incrementar la vida útil de los productos durante su almacenamiento, aplicando técnicas que logren inhibir alteraciones microbianas, pero manteniendo su calidad nutricional. Para esto, muchos productos son tratados térmicamente, lo cual muchas veces modifica las características, tanto, como nutricionales del alimento. La aplicación del ultrasonido se viene utilizando como una técnica de esterilización en jugos de frutas y vegetales según manifiesta Khandpur y Gogate, (2015).

Asimismo, se ha reportado por Moncada, *et al.*, (2010) el desarrollo de un nuevo método para esterilizar la leche aplicándole energía de ultrasonido para provocar la agitación interna de sus partículas, consiguiendo destruir las bacterias coliformes en la leche, que

pueden echar a perder los productos lácteos no pasteurizados a temperaturas de 55 °C. Debido a estos efectos adversos de los tratamientos a altas temperaturas, se encuentran en desarrollo procesos no térmicos de conservación, también denominados tecnologías emergentes. Son poco agresivos y tienen la ventaja de ofrecer productos semejantes a los frescos, manteniendo la calidad nutricional y sensorial, y cumplir así con las demandas actuales del mercado con productos nutritivos y sin adición de conservantes químicos que no gustan a los consumidores debido a efectos adversos que produce en el tiempo respecto, esta investigación se hizo para prolongar vida útil de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica para ver conservación del producto durante los 60 días, la investigación planteó los siguientes objetivos:

Determinar la influencia de aplicación de ultrasonido en los análisis microbiológicos de la bebida de arándano durante su almacenamiento.

Determinar la influencia de aplicación de ultrasonido en el contenido de antocianinas de la bebida de arándano durante su almacenamiento.

Determinar la influencia de aplicación de ultrasonido en el contenido de polifenoles de la bebida de arándano durante su almacenamiento.

Determinar la influencia de aplicación de ultrasonido en el análisis sensorial de la bebida de arándano durante su almacenamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Arándano (*Vaccinium corymbosum*)

La baya, conocida como arándano en Huánuco, Perú y como mortiño en Colombia, es una de las frutas nativas más deliciosas, dulces y exóticas de los valles de los andes. Son bayas globosas de 7mm, muy aromáticas y de color azul oscuro a negro. La planta crece en forma vertical y presenta abundantes ramas y hojas pequeñas y redondas. Las flores son de color blanco al inicio y se tornan moradas cuando va a empezar la fructificación. La raíz alcanza un metro de longitud y siempre está dispuesta en forma horizontal. La planta es perenne y empieza a florecer con el inicio de las lluvias y se cosechan entre abril y mayo (Falcón y Daza, 2015).

Riquelme, (2005) mencionan que, los arándanos corresponden a los llamados "Blueberries". Pertenecen a la familia Ericaceae, estos arbustos son nativos de Norteamérica. Su fruto es de color azul metálico con 8 - 18 semillas blandas y pequeñas.

Como se mencionó anteriormente el arándano es un frutal menor nativo de Norteamérica, que es considerado dentro del grupo de los berries, existen tres tipos de arándano: arándano "alto" (highbush), *Vaccinium corymbosum* L; el arándano "ojo de conejo" (rabbiteye), *V. ashei* R.; y el arándano bajo (lowbush), *V. angustifolium*, el fruto es una baya casi esférica, que dependiendo de la especie y cultivar puede variar en tamaño de 0,5 a 1,25 cm de diámetro, peso de 0,1 a 2,0 gramos y el color de azul claro hasta negro (Falcon y Daza, 2015).

2.1.2. Clasificación botánica del arándano

Menciona que el género *Vaccinium* incluye cerca de 450 especies, de las cuales la mayoría se encuentra en laderas abiertas de montañas tropicales, el arándano andino (*Vaccinium meridionale*) en Perú es una especie que crece en condiciones silvestres en la zona altoandina como se muestra en la Tabla 1 (Meneses y Vásquez, 2016).

Tabla 1. Clasificación botánica del arándano

Clasificación botánica	
Reino	<i>plantae</i>
Divisiones	<i>fanerógamas</i>
Clase	<i>dicotiledóneas</i>
Orden	<i>rubiales</i>
Familias	<i>cariofiláceas</i>
Subfamilia	<i>ericaceae</i>
Genero	<i>vaccinium</i>
Especie	<i>v. meridionales</i>

Fuente: Meneses y Vásquez, (2016).

2.1.3. Variedades del arándano

Hay variedades que se adoptan mejor a un clima que otras, la especie arándano alto (highbush) está dividida en variedades ideales para zonas de baja y alta de horas/frío, en el caso del arándano, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones importantes como: las horas frío en la zona de cultivo, ya que como se ha indicado, existen cultivares con necesidades que oscilan desde 100 hasta 1.200 horas/frío, la época de maduración, ya que dependiendo del nicho de mercado que se quiera ocupar, existen cultivares con maduraciones de fruto que varían desde muy tempranos a muy tardíos como se muestra la Tabla 2 (Falcon y Daza, 2015).

2.1.4. Composición química del arándano

Riquelme, (2005), reporto la composición química del arándano con la finalidad de crear una visión general de la composición de este fruto, como se muestra la Tabla 3.

Tabla 2. Variedades del arándano

variedad	Nombre científico	origen	características
Misty	<i>Vaccinium corymbosum</i>	FLORIDA	Vigor medio, tiende a sobre producir, calibre irregular, sensible a enfermedades de suelo.
Legacy	<i>Vaccinium corymbosum</i>	USDA	Vigorosa, fruta de muy buena calidad, se comporta de manera muy distinta en diferentes lugares.
Biloxi	<i>Vaccinium corymbosum</i>	USDA	Vigorosa, larga floración, produce fruta en brotes del mismo año.
Blueberry	<i>Vaccinium membranaceum</i>	FLORIDA	Rendimientos variables, poco sabor, sensible a botritis.
Arándano azul	<i>Vaccinium corymbosum</i>	USDA	Fruto de gran calidad, grande, firme y de un azul claro.
Bilberry	<i>Vaccinium myrtillus</i>	EUROPA	Silvestre.
Gongapa	<i>Vaccinium meridionale</i>	EUROPA	Mas conocida como arándano andino y en el mundo comercial.

Fuente: Falcon y Daza, (2015).

Tabla 3. Composición química del arándano

componentes	Cantidad (%)
Agua	83,2
Carbohidratos	15,3
Fibras	1,50
Sacarosa	0,24
Fructosa	4,04
glucosa	3,92
Contenido de solidos solubles	10,10-14,20
Acidez titulable	0,30-0,80
Principal acido orgánico	Cítrico
Antocianinas (ug/100g)	0,20-0,30
Vitamina A (UI)	100.00

Fuente: Riquelme, (2005).

Falcon y Daza, (2015) manifiesta que, la capacidad antioxidante del arándano es relacionada significativamente con el contenido fenólico total y las antocianinas, mientras que la vitamina C hace una pequeña contribución en la capacidad antioxidante total.

Las antocianas contenidas en muchas frutas y vegetales han sido determinadas por varios grupos de investigadores, utilizando distintos métodos. Varios resúmenes han sido publicados. Por esta razón en el siguiente Tabla 4 se presentan datos relacionados con el contenido de antocianas de frutos tales como: arándano, uva, frutilla, zarzaparrilla negra, frambuesa, y también del vino como se muestra la Tabla 4 (Riquelme, 2005).

Tabla 4. Contenido de antocianinas de arándano

producto	Contenido de antocianinas (mg/l)
arándano	825-4200
frambuesa	1700-4277
Vino tinto	240-350
uva	300-7500

Fuente: Riquelme, (2005).

En el caso de la elaboración de néctar de otros berries, como las grosellas negras la retención de antocianinas y vitamina C durante la producción dependen del proceso así como también la naturaleza de la materia prima al igual que como antes ha sido mencionado, pero por ejemplo el uso de un proceso de producción continuo donde el néctar pasteurizado final sea producido dentro de 4 horas, la pérdida que se produce en el proceso de antocianinas y vitamina C es menor, eso sí bajo estas condiciones de proceso (Riquelme, 2005).

2.1.5. Uso agroindustrial del arándano

Falcon y Daza, (2015), indica que las frutas son valiosos alimentos que contribuyen a una alimentación sana y variada de la población, su uso principal es en fresco y también para la fabricación de jugos, pulpas, conservas, compotas, néctares, mermeladas, salsa de acompañamiento en cocina y concentrados.

2.1.6. Antocianinas

2.1.6.1. Las antocianinas

Están presentes en los frutos de arándanos, estos compuestos son colorantes naturales que han suscitado interés debido a su carácter no tóxico y porque al ser hidrosolubles, se pueden utilizar como colorantes en productos alimenticios. Además, debido a sus propiedades antioxidantes, se pueden encontrar numerosas publicaciones que les atribuyen propiedades beneficiosas para la salud, como la prevención de enfermedades cardiovasculares, neuronales, cáncer y diabetes, entre otras (Zapata, 2014).

Afirman que los atributos de las antocianinas, colorantes y antioxidantes, resultan de interés a efectos de estudiar metodologías de extracción para poder utilizar posteriormente el producto en aplicaciones tecnológicas, especialmente como ingrediente en la industria alimentaria e incorporarlo a alimentos y bebidas, para abordar este desafío es conveniente estudiar primero la estructura química de estos compuestos y los distintos factores que pudieren afectar su estabilidad (Terrones y Días 2016).

2.1.6.2. Estructura química

Zapata, (2014), menciona que las antocianinas son los compuestos químicos responsables de conferir los colores rojo, azul y violeta en hojas, flores y frutos, y son especialmente importantes en arándano, estos compuestos pertenecen a la familia de los flavonoides.

Las antocianinas están constituidos por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace -glucosídico, la estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenil-benzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B); ambos unidos por una cadena de tres átomos de carbono (Zapata, 2014).

Durante el procesado de los arándanos se puede degradar o modificar la concentración de los compuestos fenólicos presentes en el fruto inicialmente, o incluso estos compuestos se pueden ver involucrados en diferentes reacciones secundarias en las que se modifique su estructura química, a partir de los

procesados convencionales, sólo una pequeña parte de los compuestos fenólicos queda presente en el producto final con lo que una elección o una mejora del proceso de elaboración darán lugar a productos con valor añadido (Varo Santos, 2019).

Zapata, (2014), menciona el color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula, incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas.

Murillo, (2014), manifiesta que suelen encontrarse glicosiladas con varios azúcares que incrementan su estabilidad, la forma aglicón de las antocianinas conocida como antocianidinas, es muy inestable.

Existen principalmente 6 tipos de antocianidinas pero sólo dos de ellas se encuentran de forma mayoritaria en el arándano americano, la cianidina y la peonidina la mayor parte son galactósidos y arabinósidos de cianidina y peonidina (Murillo, 2014). Como se muestra en la muestra la estructura en el arándano americano en la Figura 1.

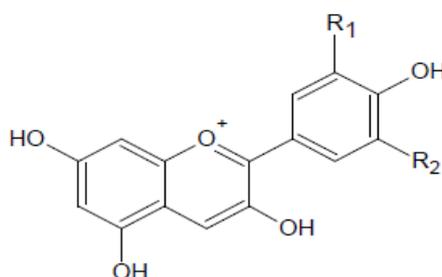


Figura 1. Estructura de las antocianinas

Fuente: Murillo (2014).

2.1.6.3. Antioxidantes en arándanos

El arándano se cultiva en todos los continentes, siendo su centro de producción los Estados Unidos y Canadá, el 60% de la producción se destina a la industria, en la elaboración de dulces, pasteles, helados y yogures; sin embargo, año tras año se descubren nuevos usos, en particular se ha puesto especial atención a los estudios sobre arándanos y su comportamiento durante el almacenamiento que muestran una relación positiva entre la actividad antioxidante y el contenido de antocianinas (Mendoza Alván, 2014).

El arándano es una fruta con gran aporte de antioxidantes, compuestos fenoles totales; al someterlo en un proceso de transformación (bebida) y a lo largo de la vida útil, sufrirá una degradación de sus componentes bioactivos, los compuestos fenólicos en muchos estudios constituyen un grupo heterogéneo de sustancias que evidencian su rol protector (alcántara y Ruiz, 2015).

Entre los productos con antioxidantes, más consumidos, están aquellos con: vitamina E, aguacate, aceite de oliva, arroz integral, frutas secas, con vitamina C: acelgas, tomates (licopeno), todos los cítricos (limón, naranja, mandarina), además kiwi, fresa, guayaba; con β -caroteno: zanahoria, espinacas, mango, melón; con flavonoides: té verde, vino, manzana, operas. Además, hay antioxidantes en el ajo, cebolla, ginseng, ginko, avena, sauco (gripa), hierbabuena, menta, albacá, jamaica, chaya (Yucatán), calabacita, betabel y verdolagas, el tomate de árbol tiene una cantidad moderada de antioxidantes y el noni una cantidad elevada (coronado *et al.*, 2015).

Las antocianinas, que le confieren el color azul al fruto, intervienen en el metabolismo celular humano disminuyendo la acción de los radicales libres, asociados al envejecimiento, cáncer, enfermedades cardíacas y Alzheimer, la identificación y cuantificación de estos compuestos serviría de base para nuevos estudios y su posterior aplicación en la industria alimenticia (Mendoza Alván, 2014).

2.1.6.4. Factores que afectan su estabilidad

La estabilidad del extracto puede ser afectado por diversos factores tales como: factores ambientales, como temperatura, radiación, luz, aire (presencia de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua), ph, propiedades de los disolventes, naturales de los contenedores y contaminantes, además de contener a un compuesto antioxidante (antocianinas) este puede degradarse reduciendo su concentración y por ende su capacidad para la salud (Aguilar y Ahuanari, 2017).

Existen diversos factores que influyen en la estabilidad de las antocianinas, la estructura de éstas puede verse afectada en cualquier etapa de un proceso tecnológico, como por ejemplo un proceso de extracción de antocianinas de un material vegetal, como así también durante un tratamiento térmico o durante el

almacenamiento de un producto que las contiene. A continuación, se exponen los factores más relevantes que afectan a la estabilidad de las antocianinas (Zapata, 2014).

Arteaga y Arteaga, (2016), afirma que los factores que afectan el color y la estabilidad de antocianinas incluyen estructura y concentración, pH, temperatura, luz, presencia de pigmentos, enzimas, oxígeno, ácido ascórbico, azúcar y sus productos de degradación, proteínas y dióxido de sulfuro.

pH

Las antocianinas pueden encontrarse en diferentes formas químicas dependiendo del pH, es decir que este factor influye en su estructura y por lo tanto en su estabilidad. A pH 1 predomina el catión flavilio que es de color rojo y es la forma más estable de las antocianinas, a valores de pH entre 2 y 4 ocurre la pérdida de un protón y adición de agua, encontrándose las antocianinas preferentemente bajo la forma quinodales de color azul. A pH entre 5 y 6 se observan las especies pseudobase carbinol, que es incolora y chalcona, de color amarillo, ambas bastante inestables. A pH superiores a 7 se produce la degradación rápida de las antocianinas por oxidación con el aire, esta reacción se ve afectada, además del pH, por la presencia de sustituyentes presentes en el anillo B (Terrones y Días, 2016).

Temperatura

Zapata, (2014), menciona que la temperatura es otro de los factores críticos que influyen en la degradación de antocianinas.

Las conversiones estructurales de las antocianinas son reacciones endotérmicas, resisten bien procesos térmicos a altas temperaturas durante cortos periodos de tiempo. Por efecto del calor (a temperaturas por encima de los 60°C) se degradan según una cinética de primer orden, en general las características estructurales que conducen a una mayor estabilidad al pH son las mismas que conducen a una mayor estabilidad térmica (Terrones y Días, 2016).

Zapata, (2014), indica que los incrementos de temperatura provocan pérdidas del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo, con la consecuente producción de chalconas incoloras.

Agua

El agua puede actuar como nucleófilo y atacar el catión flavilio en el C-2 formando la base carbinol incolora según el mecanismo.

Sin embargo, esta degradación puede variar, dependiendo de la concentración de azúcares o con el fenómeno denominado copigmentación, cuando los azúcares se encuentran a altas concentraciones, la actividad de agua es baja, por lo que las moléculas de agua tienen menores posibilidades de atacar el catión flavilio para formar la base carbinol. Sin embargo, cuando los azúcares están en bajas concentraciones la actividad de agua no se ve afectada, por lo que sus productos de degradación (hidroximetilfurfural y furfural) aceleran la degradación de las antocianinas (Terrones y Días, 2016).

Copigmentación

Zapata, (2014), menciona que la copigmentación es uno de los principales factores de estabilización de la estructura del catión flavilio in vivo.

En la copigmentación intramolecular el copigmento es parte de la molécula de antocianina y consiste en un grupo acilo que está unido covalentemente a un resto de glucósido de la antocianina. En esta última, los residuos aromáticos de grupos acilo interactúan con el catión flavilio cargado positivamente, a través de interacciones hidrofóbicas, formando una conformación apilada tipo sándwich, en esta conformación tipo sándwich, los residuos de glucósidos son considerados como espaciadores, que permiten el plegado del grupo acilo en la aglicona (Zapata, 2014).

Oxígeno

Las antocianinas pueden oxidarse por reacción directa con oxígeno, o bien a través de una oxidación indirecta en la que éstas reaccionan con compuestos que

han sido previamente oxidados, dando lugar a la formación de productos de color marrón o incoloro, también, pueden reaccionar con radicales de oxígeno actuando como antioxidantes, estos mecanismos de oxidación se ven favorecidos cuando se eleva la temperatura, por lo tanto, para reducir las posibilidades de deterioro de las antocianinas es importante eliminar el oxígeno del medio (Zapata, 2014).

Luz

La luz es un factor que acelera la degradación de las antocianinas, se ha observado que la sustitución del hidroxilo en el C-5 hace que la antocianina sea más susceptible a la fotodegradación cuando ésta se presenta con flavonas polihidroxiladas, isoflavonas y auronas sulfonadas, por lo tanto, resulta importante proteger, no solo del oxígeno, sino también de la luz a los productos ricos en antocianinas (Zapata, 2014).

2.1.7. Generalidades de la tecnología de ultrasonido

La frecuencia de las ondas de ultrasonido (US), comúnmente utilizadas para el procesamiento de alimentos, se encuentra entre los 20 kHz y 1 MHz (US de alta potencia y baja frecuencia), estas, son inaudibles para el ser humano, cuando el US atraviesa el medio líquido, ocurre el fenómeno conocido como cavitación, el cual genera burbujas, implosiones, microchorros, fuerzas de cizalla, reacciones químicas y elevaciones localizadas de temperatura y presión, estas, entre otras perturbaciones, permiten destruir microorganismos e inactivar enzimas que comprometen la calidad de los jugos (Sibaja, 2015).

Menciona que el ultrasonido es una onda acústica o sonora (onda mecánica) cuya frecuencia está por encima del espectro auditivo del oído humano, las cuales se pueden dividir en tres gamas de frecuencia: > Alimentación de ultrasonido (de alta potencia) (16 - 100 kHz) > Ultrasonido de alta frecuencia (100 kHz - 1 MHz) > Diagnóstico por ultrasonido (1 - 10 MHz). Los ultrasonidos utilizados en fisioterapia tienen frecuencias entre 175,000 y 300,000 Hz y para su producción contamos con un generador que produce corriente alterna de alta frecuencia y un transductor que convierte la corriente en vibraciones mecánicas (acústicas), la

conversión se produce por la inversión del efecto piezoeléctrico, por el cual, al someter un cristal a una carga eléctrica, éste se deforma, deformación que modifica el medio y que se transmite como vibración mecánica (Atencia y Picón, 2016).

Manifiesta que, las tecnologías emergentes con aplicaciones potenciales en la reducción microbiana en la industria de jugos es el uso de ultrasonido, esta se ha empleado desde 1929 cuando Harvey y Loomis observaron que los microorganismos se podían inactivar con este método. La reducción microbiana es posible ya que las ondas del ultrasonido se propagan en el líquido formando microburbujas que se colapsan entre sí violentamente, en cada onda, se liberan temperaturas de hasta 5000 °K, y presiones arriba de los 50, 000 Mpa, provocando lisis de la membrana celular de las bacterias, a este fenómeno se le conoce como Cavitación como se muestra en la Figura 2 (Atencia y Picón, 2016).

Menciona que, las ondas sonoras son vibraciones generadas por el ultrasonido perturban el medio al atravesarlo, esta alteración se manifiesta en forma de burbujas o cavidades rellenas de gas o vapor, las cuales, oscilan y en algunos casos implosionan, este fenómeno se conoce como cavitación y puede caracterizarse por ser de tipo estable o transcienten (Sibaja, 2015).

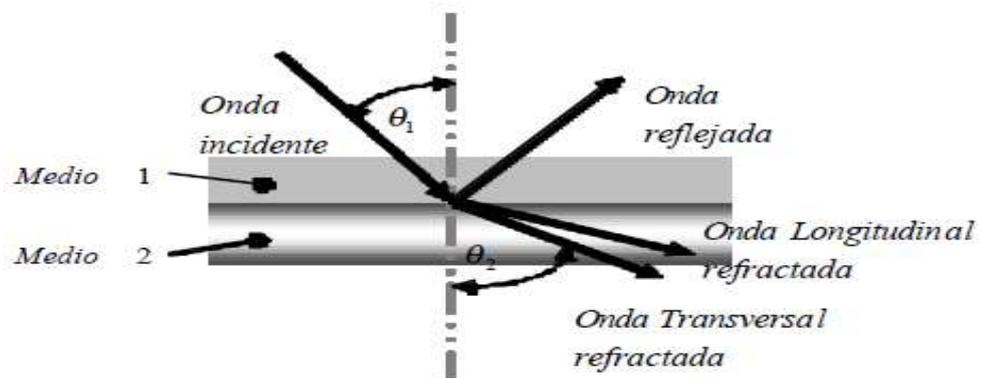


Figura 2. Transmisión de onda en dos medios diferentes

Fuente: Atencia y Picón (2016).

2.1.7.1. Aspectos generales

La generación de estas ondas viene dada por la transformación de la energía eléctrica a energía mecánica, formación de oscilaciones mecánicas, por medio de transductores. Estas oscilaciones de su intensidad pueden producir diferentes

efectos en la estructura receptora de la onda, estructuras que pueden ser las células de los microorganismos localizados en los alimentos, estructuras proteicas como lo son las enzimas y también producir efecto en las mismas células constituyentes del alimento, el ultrasonido cuando se propaga a través de una estructura biológica induce compresiones y depresiones de las partículas del medio y una gran cantidad de energía puede ser impartida (Atencia y Picón, 2016).

2.1.7.2. Tipos del ultrasonido

Ultrasonidos de baja potencia de señal

Reyna Chávez, (2015), señala las ondas ultrasónicas que se utilizan para obtener información, sin que cause alteración en el medio donde se propagan.

Frecuencias que oscilan entre los 100 kHz y 1 MHz.

Intensidades inferiores a 1 W/cm².

Ultrasonidos de alta potencia

Consiste en producir efectos permanentes, utilizando la energía ultrasónica sobre el medio en el que se propagan.

Frecuencias que oscilan entre los 18 y 100 kHz

Intensidades superiores a 1 W/cm²

Menciona que, los fabricantes de equipos de ultrasonidos de alta potencia se han centrado en el diseño de cámaras de tratamiento continuo de gran caudal (celdas de flujo) causando la reducción del costo por volumen de material tratado. Una cámara típica de gran caudal proporciona 16 kW para los flujos que van desde 5 a 500l/min, dependiendo de la aplicación. Mayores caudales se requieren múltiples sistemas en serie o en paralelo (Atencia y Picón, 2016).

2.1.7.3. Aplicación de ultrasonido en alimentos

Entre las aplicaciones del ultrasonido en la industria de alimentos podemos encontrar:

Procesos de oxidación, en el desarrollo de aromas y sabores.

Reacciones enzimáticas, en la prevención del oscurecimiento de algunos vegetales, inhibición de enzimas evitando desarrollo de malos olores y sabores.

Esterilización, es una de las aplicaciones más comunes y utilizada para descontaminar tantas superficies de materiales como de alimentos.

Extracción, extracción de azúcar, proteínas (soya), sólidos de hojas para formar té.

Productos cárnicos, formación de emulsiones para la preparación de jamones, debido a la acción de romper la miofibrilla de la carne.

Cristalización, Controlando el tamaño de los cristales cuando el alimento es congelado.

Secado acústico, incrementa la transferencia de calor entre el sólido y el líquido, evita la oxidación y degradación de material (Atencia y Picón, 2016).

La posibilidad de utilizar el ultrasonido de baja intensidad para caracterizar los alimentos, el ultrasonido es no destructivo y no invasivo y puede ser fácilmente adaptada para aplicaciones en línea (Pisco Mendo, 2013).

Hasta hace poco tiempo la mayoría de las aplicaciones de los ultrasonidos en la tecnología de los alimentos implicaba análisis no invasivo con particular referencial a la evaluación de la calidad, estas aplicaciones utilizan técnicas similares a las desarrolladas en la medicina de diagnóstico, o de pruebas no destructivas, usando ultrasonido de alta frecuencia de baja potencia (Pisco Mendo, 2013).

El interés en el ultrasonido de alta potencia se debe a sus efectos prometedores en el procesamiento y conservación de alimentos procesados tales como rendimientos más altos del producto, ahorro de energía y tiempos (Cuñe, 2009). de procesamiento, costos de operación y mantenimiento, mejorando la calidad (sabor, textura y color) e inocuidad de los alimentos con la reducción de patógenos a temperaturas más bajas, como una de las tecnologías de los alimentos más avanzadas, se puede aplicar no sólo para mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos procesados, sino que también ofrece el potencial para mejorar los procesos existentes, así como para el desarrollo de nuevas opciones de proceso dando la posibilidad de desarrollar nuevos productos con una funcionalidad única (Atencia y Picón, 2016).

Izcalli, (2010), indica que otra aplicación fabril de los ultrasonidos es la limpieza de piezas delicadas o de difícil acceso, en este caso, la enérgica vibración generada por los haces ultrasónicos sacude y desprende prácticamente todas las partículas de suciedad.

2.1.7.4. Inhibición de enzimas y microorganismos por ultrasonido

Pasin *et al.*, (2012), afirma que el ultrasonido ha sido utilizado para reducir la carga microbiana en varios alimentos.

Tabla 5. Efectos de los ultrasonidos en las reducciones microbianas obtenidas en alimentos

Alimento	Tratamiento	Condiciones de tratamiento	Reducción microbiana log UFC/g	Referencia
Fresa	Ultrasonido	350W/L, 40 kHz, 20°C, 10 min	TVC: 0,6 YMC: 0,5	Cao <i>et al.</i> (2010)
Lechuga	Ultrasonido	280 W/L, 20 kHz 53 minutos	E. coli O157: H7: 4,4 en el agua de lavado	Elizaquivel <i>et al.</i> (2012)
Fresa	Ultrasonido	120 W, 35 kHz 15° C	TVC: 0,6 YMC: 1,4	Alexander <i>et al.</i> (2012)
Pimiento rojo	Ultrasonido	120 W, 35 kHz 15° C	Listeria innocua: 1,98	Alexander <i>et al.</i> (2012)
Lechuga iceberg	Ultrasonido US + Agua clorada (25 ppm)	10 W/L, 32-40 kHz 10 min, muestra/agua= 1/20	S. typhimurium: 1,5 S. typhimurium: 2,7	Seymour <i>et al.</i> (2002)
Zanahoria rallada	Ultrasonido US + agua clorada (200 ppm)	45 kHz, 1 min	TVC: 1,3 YMC: 0,9 TVC: 1,0 TMC: 0,9	Alegría <i>et al.</i> (2009)
Tomates cherry	Ultrasonido US + ácido peracético (40mg/L)	45 kHz, 10 min 25° C	S. entérica typhiimurium: 0,8 S. entérica typhiimurium: 3,9	San José y Vanetti (2012)
Hojas de espinaca	US + cloruro de sodio acidificado (200 mg/ L)	200W/L, 21.2 kHz 2 min	E. coli O157: H7: 4	Zhou <i>et al.</i> (2009)
Ciruelos japoneses	US + ClO ₂ (40 mg/L)	100 W, 40 kHz 20° C, 10 min Muestra/agua= 1/5	TVC (mesofilos): 3	Chen y Zhu (2011)
Melocotón	US + ácido salicílico (0.05 mM)	40 kHz, 10 min 20° C	Reducción del moho azul en la fruta (Penicillium expansum)	Yang <i>et al.</i> (2011)
Manzanas	US + 20 mg/L de ClO ₂	170 kHz, 10 min	Salmonella: 4 E. coli O157: H7: 3,54	Huang <i>et al.</i> (2006)

Fuente: Reyna Chávez, (2015).

Prolongadas exposiciones a ultrasonido de alta intensidad han demostrado inhibir la acción de algunas enzimas como la peroxidasa y la pepsina, debido

probablemente a la desnaturalización de las proteínas por efecto de la cavitación, sin embargo, algunos estudios han demostrado efectos contrarios después de tratamientos cortos de ultrasonido, quizás como consecuencia del rompimiento de agregados celulares o moleculares que hacen que la enzima esté más dispuesta para la reacción (Wilches, 2015).

La cavitación generada por el ultrasonido altera la membrana celular de los microorganismos afectando los mecanismos usados por la célula para mantener el equilibrio en su metabolismo y por lo tanto su integridad, las microburbujas formadas como resultado de la cavitación producen choques micromecánicas como consecuencia de su continua formación y ruptura, que destruyen componentes estructurales y funciones celulares hasta el punto de lisis o muerte como muestra la Tabla 5 (Castillo Zamudio, 2015).

2.1.8. Bebida de frutas

2.1.8.1. Definición de bebida de fruta

Lo define como el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante la dilución con agua del jugo (concentrados o sin concentrar o la mezcla de estos, provenientes de una o más frutas), y la adición de ingredientes y otros aditivos permitidos, podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta (INDECOPI NTP 203.110 2009).

Podrán añadirse sustancias aromáticas (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, también pueden añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta (INDECOPI NTP 203.110 2009).

Las bebidas de fruta son similares a los néctares de fruta, con la diferencia que, en lugar de contener un mínimo de 20 % de sólidos solubles del jugo o puré que lo origina, contienen un mínimo de 10 % de sólidos solubles, para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta (INDECOPI NTP 203.110 2009).

2.1.8.2. Definición de néctar de fruta

Menciona que, los néctares de frutas deben ser libres de materia y sabores extraños, poseen color uniforme y olor semejante al de la respectiva fruta, el contenido de azúcares debe variar entre 13 a 18 °Brix, en el caso de que el néctar sea elaborado con dos o más frutas, el porcentaje de sólidos solubles estará determinado por el promedio de los sólidos solubles aportados por las frutas constituyentes (Atencia y Picón, 2016).

Define que el zumo (jugo) de fruta es el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarias (CODEX STAN 247-2005).

Señala que el néctar de fruta se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares con menos del 2% de humedad, según se define en la Norma para los Azúcares (CX-STAN 212-1999) y/o jarabes (según se definen en la Norma para los Azúcares) sacarosa líquida, solución de azúcar invertido, jarabe de azúcar invertido, jarabe de fructosa, azúcar de caña líquido, isoglucosa y jarabe con alto contenido de fructosa, sólo a zumos (jugos) de fruta a partir concentrados, y/o edulcorantes según figuran en la Norma General para los Aditivos Alimentarios (NGAA). Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimientos físicos, dicho producto deberá satisfacer además los requisitos para los néctares de fruta que se definen en el Anexo. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta (CODEX STAN 247- 2005)

2.1.8.3. Componentes del néctar

Atencia y Picón, (2016), mencionan que los componentes del néctar son:

Fruta

Las frutas maduras, sanas y frescas, libres de restos de sustancias peligrosas para la salud.

Azúcar

Se emplea para dar a la bebida el dulzor adecuado. La concentración del azúcar se mide mediante un refractómetro, que da los °Brix. (Porcentaje de sólidos solubles), o mediante un densímetro, en grados Baumé o °Brix.

Preservantes

Un preservante es cualquier sustancia que se añade a un alimento para prevenir su deterioro. Los más usuales son el metabisulfito de sodio, el sorbato de potasio y/o benzoato de sodio.

Estabilizador

Se utiliza para evitar la separación de los sólidos y/o para darle cuerpo al néctar. El estabilizador más empleado es el carboximetil celulosa (CMC).

Ácido cítrico

Sirve para regular la acidez del néctar, que se expresa como pH.

2.1.8.4. Flujo grama del proceso de elaboración de néctar

En general, el flujo grama de operaciones para la elaboración de néctares de fruta responde a las diferentes operaciones que pasa para que salga un producto inocuo para ser consumido el público en general disfrutando de su sabor de la pulpa de la fruta, presentamos a la Figura 3.

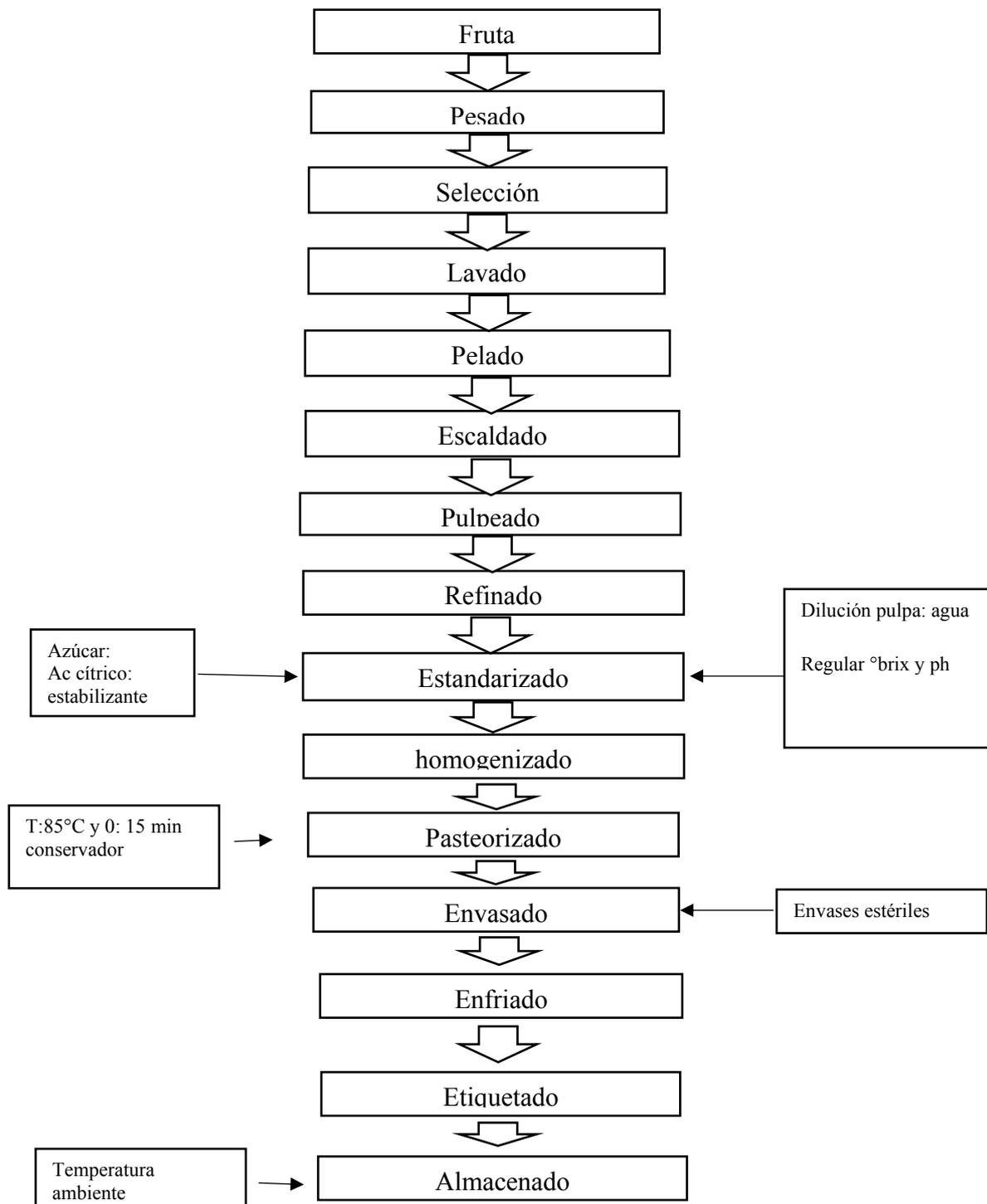


Figura 3. Flujo grama del proceso de elaboración de néctar

Fuente: Vásquez, (2018).

2.1.8.5. Descripción de flujo grama

Materia prima

Las frutas maduras tienen mejor color, aroma y textura, deben ser de una misma variedad estas características contribuyen a obtener un buen producto, deben estar completamente sanas sin señales de descomposición, de frutas golpeadas y maduras.

Selección

Operación que permite determinar el rendimiento que puede obtenerse de la fruta.

Menciona que se elimina la fruta magullada o con hongos, la fruta debe tener textura firme. La fruta madura (cuya pulpa esté muy blanda; es decir, al apretar los dedos, estos se hundan) debe separarse para otro tipo de procesamiento (pulpas o vino) o deshidratación al natural (Vásquez, 2018).

Lavado

Atencia y Picón, (2016), sirve para eliminar las partículas extrañas adheridas a la fruta luego, la fruta debe desinfectarse para eliminar microorganismos para ello se sumerge en una solución de desinfectante por algunos minutos.

Pelado

Señala que la remoción de la cáscara puede ser manual, mecánica o química. Esta última se utiliza para los productos más frágiles (por ej.: tomates y duraznos), puede realizarse antes o después de la precocción, si es antes, debe trabajarse rápidamente para que la fruta no se oscurezca, el pelado puede hacerse en forma manual o mecánica, también puede usarse agua caliente, vapor o sustancias químicas como el hidróxido de sodio o soda caústica (Vásquez, 2018).

Los materiales deben de ser de materiales inoxidables o de barro, pues la soda es corrosiva. Luego de sumergirse la fruta debe extraerse y lavarse, pues en caso contrario se oscurece rápidamente (Atencia y Picón, 2016).

Blanqueado/precocción

Se realiza en agua que está en ebullición o con vapor durante 3 a 5 minutos. También puede hacerse sumergiendo la fruta trozada por 3 minutos en una solución de metabisulfito de sodio al 0.05 - 0.1%, el blanqueado también sirve para inactivar las enzimas que oscurecen la fruta, cambian el sabor y ocasionan pérdidas en el valor nutritivo.

Pulpeado

El pulpeado consiste en obtener la pulpa de las frutas y eliminar las partículas extrañas, las frutas se pulpea con su cáscara solo si estas no tienen sustancias que varíen las características organolépticas de la pulpa.

Refinado

Hay dos métodos de realizar el refinado: Método I, se usa una pulpeadora luego se tamiza la pulpa pasándola por una malla fina.

Método II, se usa una licuadora, luego se pasa la pulpa por un colador y finalmente se tamiza pasándola por una tela de tocuyo.

Estandarizado: esta operación involucra:

Dilución de pulpa con agua.

Regulación del pH.

Regulación de los grados °Brix (contenido de azúcar).

Adición de estabilizador.

se muestra las diluciones, pH y brix para algunas frutas.

Tabla 6. Diluciones Ph y Brix de pulpa agua

Fruta	Dilución (pulpa: agua)	pH	°Brix
Cocona	1:4,5	3,5	13
Guayaba	1:3,5	3,5	13
Naranjillo	1:3,5-4	3,5	13
Tamarindo	1:10-12	3,8	15
Mango	1:2,5-3-5	3,8	12.5
Tuna	1:3-3,5	3,8	13
Uva borgoña	1:2,5-3,5	3,8	13

Fuente: Atencia y Picón, (2016).

Durante el estandarizado también debemos tener en cuenta lo siguiente:

El pH se regula mediante la adición de ácido cítrico, por lo general, debe estar en un nivel menor a 4.5, pues una acidez alta favorece la destrucción de microorganismos la cantidad de azúcar (°Brix) se regula mediante la adición de azúcar blanca refinada, como se muestra en la Tabla 6.

La proporción de estabilizador recomendada es de 0.5% como máximo (5g. o una cucharadita por litro de jugo diluido), en cuanto al preservante, se admite un máximo de 0.1% (1g. por litro de jugo diluido), de sorbato de potasio o benzoato de sodio.

Homogenizado

El homogenizado permite la incorporación de los ingredientes. En este caso consiste en remover la pulpa hasta lograr la dilución y mezclar de los ingredientes. Luego esta mezcla homogénea se calienta, hasta antes de llegar a la temperatura de pasteurización.

Pasteurizado

Sirve para destruir los microorganismos, pueden realizarse calentando la mezcla a diferentes temperaturas y tiempos:

85°C durante 5 a 10 minutos.

97°C durante 30 segundos y enfriarlo rápidamente.

60°C durante 30 minutos.

Llenado y envasado

Pueden usarse envases de vidrio o de plástico, el envase se llena totalmente cuando el néctar está a 85°C como mínimo y se cierra de inmediato. Antes de enfriarlo se invierte la botella por 10 minutos para formar vacío y lograr un cerrado hermético. Así se reduce el riesgo de contaminación.

Enfriado

El producto se debe enfriarse rápidamente para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia. Pueden hacerse dejando las botellas enfriar a temperaturas ambiente. Cuando la producción es grande, el enfriamiento continuo es más eficaz, ya que la transferencia de calor es más rápida.

Etiquetado

El etiquetado y almacenado constituyen la etapa final del proceso.

Almacenado

Fuchs, (2010), menciona que se debe de asegurar que el producto se encuentre en condiciones adecuadas de conservación (lugar fresco y limpio).

2.1.8.6. Control de calidad

Para que un negocio tenga éxito, se debe cuidar que los consumidores queden satisfechos siempre, y que en ninguna circunstancia el producto les origine problemas de salud, para lograrlo, se debe revisar cuidadosamente cada punto de la etapa productiva, desde la compra de materiales y el procesamiento hasta el momento que el producto llega al consumidor, el sistema de calidad conocido como HACCP (Análisis de Peligro y Control de Puntos Críticos) ayuda a

analizar cada paso en detalle, identificando los puntos en los cuales pueden presentarse un peligro, para tomar las medidas necesarias (Atencia y Picón, 2016).

2.2. Antecedentes

Khandpur y Gogate, (2015), en su trabajo de investigación titulado: Evaluation of ultrasound based sterilization approaches in terms of shelf life and quality parameters of fruit and vegetable juices (Evaluación de la esterilización a base de ultrasonido relacionado en términos de vida en anaquel y parámetros de calidad de los zumos de frutas y verduras). Evaluaron el rendimiento de la esterilización a base de ultrasonido relacionado al procesamiento de diferentes jugos de frutas y vegetales en términos de crecimiento microbiano y parámetros de calidad durante el almacenamiento. También se presentó la comparación con el tratamiento térmico convencional. La innovación estuvo basada en la combinación de ultrasonido con irradiación ultravioleta y extracto crudo de aceite esencial de cáscaras de naranja. Se evaluó el crecimiento microbiano (bacterias totales y el contenido de levaduras) en los jugos durante el almacenamiento y su seguridad para el consumo humano junto con los cambios en los parámetros de calidad (Brix, acidez titulable, pH, ORP, sal, conductividad, TSS y TDS). Los parámetros de ultrasonido optimizados para el jugo en la esterilización fueron la potencia de ultrasonidos del tiempo de tratamiento 100W and de 15 min, Operación de frecuencia (20 khz). Como resultado se logró más de 5 log de reducción utilizando los tratamientos combinados basados en ultrasonido. Los zumos tratados con ultrasonido también mostraron un menor crecimiento microbiano y mejores características de calidad en comparación con el zumo procesado térmicamente.

Para ampliar los estudios también se realizaron evaluaciones con jugo de espinaca como muestra de ensayo con el procesamiento en 5L de volumen por primera vez. El zumo tratado con ultrasonido tuvo resultados satisfactorios en el análisis microbiológico y los límites de seguridad físico químicas estuvieron en condiciones de almacenamiento refrigerado durante 20 días para el procesamiento a gran escala.

En general, el presente trabajo ha establecido de manera concluyente la utilidad de los métodos de tratamiento combinados basado en ultrasonidos para la seguridad microbiológica de las bebidas con mayor duración en almacén y excelentes parámetros de calidad en comparación con los jugos no tratados y procesados térmicamente.

Aadil *et al.*, (2013), menciona que en su trabajo titulado —Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice (Efectos de los tratamientos de ultrasonido sobre la calidad del zumo de pomelo) que la sonicación es reconocida como una técnica potencial de mejora en la calidad de los zumos de frutas. Este estudio se inició con el objetivo de evaluar el efecto de los tratamientos de sonicación en alguna cualidad importante de los parámetros de zumo de pomelo, fueron fisicoquímicos (pH, acidez y °Brix), valores de color (L/, a/ y b/), el valor nutricional, la conductividad eléctrica, la capacidad antioxidante total, la actividad de eliminación de radicales libres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), ácido ascórbico, fenoles totales, flavonoides y flavonoles. La sonicación de zumo de pomelo se hizo en un sonicador de tipo baño a una frecuencia de 28 kHz mediante el mantenimiento de una temperatura constante de 20 °C. Los resultados mostraron que no había mejora significativa en el valor,

capacidad total antioxidante, actividad captadora de radicales libres DPPH, ácido ascórbico, fenoles totales, flavonoides y flavonoles en todas las muestras de jugo sonicarón durante 30, 60 y 90 min, pero no se produjeron cambios en el pH, acidez y grados Brix, en comparación con el control. Algunas diferencias en todos los valores de color eran también Se mejoró la calidad observada, pero en general de zumo de pomelo, lo que sugiere que la técnica de sonicación puede ser aplicado con éxito a escala industrial para la elaboración de zumo de pomelo. Mendoza Galvan, CG. (2014), efecto de la dosis de irradiación uv-c y tiempo de almacenamiento a 1 °c sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general de arándanos (*Vaccinium corymbosum l.*) cv. Biloxi: Tesis ing. Trujillo, Perú, universidad privada Antenor Orrego. Pag.XI. Afirma que, Se evaluó el efecto de la dosis de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento a 1 °C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras, y aceptabilidad general de bayas de arándano.

Frutos de arándano fueron cosechados en la Provincia de Virú – La Libertad, fueron trasladados hasta la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego, donde se seleccionaron, clasificaron, pesaron y dividieron en tres grupos, colocados en bandejas “clamshells” con tapa ventilada, luego irradiados a las dosis de 2 y 4 kJ/m², considerándose una muestra control y se almacenaron a 1 °C por 30 días. Cada 7 días fueron evaluadas las variables dependientes. El análisis de varianza denotó el efecto significativo de las dosis de irradiación y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, sólidos solubles, firmeza, acidez titulable, color, contenido de antocianinas totales y recuento de mohos y levaduras. La prueba de Duncan permitió determinar que la muestra con 4 kJ/m² presentó la menor pérdida de peso, contenido de sólidos solubles y recuento de mohos y levaduras; así mismo, la mayor firmeza, acidez titulable, luminosidad y contenido de antocianinas totales al final del almacenamiento. En la aceptabilidad general luego de aplicar la prueba de Friedman no se evidenció efecto significativo de la dosis de irradiación y tiempo de almacenamiento. La muestra con 4 kJ/m² fue la de mayor aceptación, presentando un rango promedio de 2.12 para el día 30 de almacenamiento.

Atencia y Picón, (2016), evaluación del contenido de vitamina c, b-caroteno y las características microbiológicas durante el almacenamiento en la bebida de aguaymanto (*physalis peruviana*) con aplicación ultrasónica: Tesis ing. Huánuco Perú, universidad Hermilio valdizan. Pag. 8. Indica que, Se evaluó el periodo de vida útil en anaquel, bajo condiciones ambientales normales en la ciudad de Huánuco para las bebidas de aguaymanto bajo en calorías con aplicaciones de ultrasonido después del envasado con fines de eliminar la carga microbiana y evitar la pérdida sustancial de nutrientes como la vitamina C y la provitamina A. Por tanto, los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera: T1 = (P1= 600 W; t1 = 10 min), T2 = (P2= 1050 W; t2 = 20 min), T3 = (P3= 1500 W; t3 = 30 min), con una frecuencia constante de 40 khz, y a una temperatura constante de 55°C.

Las mejores características fisicoquímicas con respecto a la vitamina C fue el T3 que se preservó hasta por 6 meses, en cuanto al B- caroteno fue el T1 y T2 que no tuvieron diferencias significativas y solo el T2 se preservó hasta por 6 meses.

Los tratamientos T0, T2 y T3, son los que alcanzaron los 6 meses de duración con respecto a las cargas microbianas, siendo el T1 el que sufrió deterioro al cuarto mes con Aerobios mesófilos y levaduras, siendo aceptables para el caso de los límites de coliformes totales y mohos.

En cuanto a las características sensoriales con respecto al sabor y color lo registraron los tratamientos T2 y T3 que preservaron sus características aceptables, los mismos que con el análisis fisicoquímico siguen siendo los óptimos.

Reyna, LL. (2015), últimas investigaciones realizadas usando ultrasonido como método de conservación en frutas y hortalizas mínimamente procesadas: Tesis ing. Trujillo, Perú, universidad nacional de Trujillo. Pag.5. menciona que, las últimas investigaciones sobre la aplicación del ultrasonido de potencia cuyos parámetros van de 20-100 kHz y niveles de poder que van de 10 a 1000 W/cm², como método de conservación en frutas y hortalizas mínimamente procesadas. En muchas investigaciones se logró ver el uso de esta técnica con el baño ultrasónico cuyos tamaños típicos de tanques oscilan entre 10 y 2500 l para eliminar los microorganismos que deterioran la calidad del alimento. En dichas investigaciones el ultrasonido de potencia por sí solo no tuvo resultados significativos en la reducción de microorganismos que aceleran el deterioro de su textura, en la inactivación enzimática y en los componentes de los alimentos de IV Gama, mientras que otros combinaban esta técnica con algún desinfectante como el hipoclorito en concentraciones de 25-200 ppm para obtener mejores resultados. Los cambios que existen en el ámbito alimenticio por problemas de salud han llevado a la demanda de los productos hortofrutícolas, por lo que su manejo postcosecha guarda una gran relación con la calidad del alimento y es por eso que se requieren técnicas de desinfección más eficaces, baratos, que no contaminen el ambiente y que no causen daño al consumidor. Es por eso que el ultrasonido de potencia es una técnica prometedora que se encuentra en fase de investigación para su aplicación industrial.

Priscilla Sibaja L. (2015), evaluación del efecto de la aplicación de tecnologías emergentes (ultrasonido y ultravioleta) sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de jugo de cas (*Psidium friedrichsthalianum* (Berg.)

Niedz.) y agua de pipa (*Cocos nucifera L.*): Tesis ing. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica, universidad de Costa Rica. Pag. 16. Indica que, El objetivo del proyecto fue evaluar tecnologías emergentes para procesar jugo de cas y agua de pipa, específicamente ultrasonido (US), radiación ultravioleta (UV) y ultrasonido combinado con ultravioleta (US+UV), en función de su efecto sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los productos. Se procesó los jugos (35 ± 2 °C; 150 mL/min) con US (20 kHz, 40% amplitud, procesamiento continuo), UV ($\lambda=254$ nm; 14 W; 0, 299, 598 y 896 J/mL) y US+UV (20 kHz, 40% amplitud, procesamiento continuo combinado con $\lambda=254$ nm; 14 W; 0, 393, 788 y 1188 J/mL) durante 0, 5, 10 y 15 min en tres repeticiones. Luego, se midió el pH, °Brix, vitamina C total, ácido ascórbico, diferencia colorimétrica (ΔE^*) y la reducción logarítmica en los recuentos total aerobio y de mohos y levaduras del jugo de cas. Se evaluó el agrado general de bebidas preparadas con jugos de cas procesados y sin procesar y se determinó si eran sensorialmente diferentes usando pruebas de comparación pareada (2-AFC). Al agua de pipa se le determinó el pH, °Brix, turbidez y las reducciones logarítmicas en los recuentos de mesófilos aerobios y de mohos y levaduras. En ambos casos, justo después de aplicados los tratamientos. Se analizó las tendencias de las variables respuesta en el tiempo y se determinó la significancia de los resultados mediante análisis estadísticos con un 95% de confianza. Los tratamientos con US, UV y US+UV no alteraron significativamente ($p>0,05$) ni el pH ni los °Brix del jugo de cas y el agua de pipa. Se observó una disminución del contenido de ácido ascórbico y de vitamina C del jugo de cas directamente proporcional al incremento en el tiempo de procesamiento con las 3 tecnologías ($p<0,05$). El efecto del tiempo de tratamiento sobre los valores de ΔE^* de los jugos de cas y de la turbidez del agua de pipa, así como las reducciones logarítmicas de los recuentos microbiológicos en ambos productos depende de la tecnología utilizada ($p<0,05$). Sólo se encontró diferencias significativas entre la intensidad del sabor a cas de la bebida con jugo de cas sin tratamiento y la US+UV y las bebidas con mayor agrado fueron la preparada con jugo sin tratamiento y con jugo UV ($p<0,05$). El uso de US, UV y US+UV alteró las características del agua de pipa haciéndola desagradable y no apta para el consumo. En general, las tecnologías evaluadas disminuyeron la calidad

sensorial y fisicoquímica de los jugos de cas y el agua de pipa y fueron poco efectivas para el control de microorganismos de deterioro. Por tanto, no se recomiendan para el procesamiento de estos productos en las condiciones evaluadas en esta investigación.

Ribera, AE, Reyes-Díaz, M., Alberdi, M., Zuñiga, GE, y Mora, ML. (2010), los compuestos antioxidantes en la piel y la pulpa de las frutas cambian entre los genotipos y las etapas de madurez en arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivados en el sur de Chile. *Diario de la ciencia del suelo y la nutrición de las plantas*, 10 (4), 509-536. Indica que, evaluamos el genotipo y los efectos de madurez sobre la actividad antioxidante y los compuestos fenólicos de la totalidad. Frutos de la pulpa y la piel de tres cultivares de arándanos altos (cv. Brigitta, cv. Bluegold y cv. Legacy) Se cultiva en el sur de Chile. La actividad antioxidante total (TAA) en frutas maduras varió entre los cultivares en el Orden Legado> Brigitta> Bluegold. Encontramos que el TAA en frutos verdes y maduros completamente maduros era alto y similares entre ellos, mientras que los niveles más bajos se encontraron en frutos maduros intermedios. La misma tendencia Se observó el contenido fenólico total de la fruta. Esto podría atribuirse a las mayores concentraciones de ácidos fenólicos (principalmente ácido clorogénico) y flavonoles (principalmente rutina) en etapas de fruta inmadura; mientras que el alto TAA en frutas maduras podría explicarse por las elevadas cantidades de antocianina. Todo antioxidante. Los compuestos estaban localizados principalmente en la piel. Se encontraron altas cantidades de delphinidina aglicona. HPLC-DAD / La EM reveló que los principales contenidos de las antocianinas de la piel son petunidin-3-glucósido y Petunidin-3-arabinósido seguido de malvidina-3-galactósido. Es notable que las frutas de arándano alto Cultivados en el sur de Chile tienen una actividad antioxidante excepcionalmente alta y contenidos de antocianinas En comparación con los cultivados en el hemisferio norte.

Cosavalente Burgos Kevin Steve, (2015), relación entre el contenido de antocianinas totales y su capacidad antioxidante in vitro de extractos de diferente grado etanólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* “arándano”: informe de prácticas preprofesionales para optar el título profesional de químico

farmacéutico. Trujillo, Perú. Universidad de Trujillo. Pag.I. indica que, El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre el contenido de antocianinas totales y la capacidad antioxidante in vitro de extractos de diferente grado etanólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* “Arándano”. Material y Métodos: Se elaboró extractos por maceración de 24h usando 10 g de fruto fresco y como solvente 50 mL de etanol de diferentes graduaciones (96°, 70°, 50° y 30° GL), pasado el tiempo de maceración los extractos fueron filtrados sobre papel whatman N°1 y guardados en frascos color ámbar y en refrigeración a 10 °C; el fruto remanente fue triturado y macerado por 12 h con los mismos menstruos. Finalmente, los extractos se reunieron y completaron a volumen en matraces aforados con cada uno de los solventes. Para la cuantificación de antocianinas totales se usó el método de pH diferencial, con lectura espectrofotométrica a 520 nm y para la valoración de la capacidad antioxidante una solución etanólica 0,1 mM del radical libre 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), la cual se enfrentó a 100 µL de cada uno de los extractos, siendo la longitud de lectura; 517nm. Resultados: La concentración de antocianinas totales (mg/mL) expresadas en cianidina-3-glucosido y su capacidad antioxidante fue de $0,030 \pm 0,002$ - 47,1%; $0,016 \pm 0,001$ - 43,5 %; $0,013 \pm 0,002$ - 41,5% y $0,008 \pm 0,001$ - 34,7 %, para los extractos de (96°, 70°, 50° y 30° GL) respectivamente. Conclusiones: Se determinó que existe relación entre el contenido de antocianinas totales y la capacidad antioxidante in vitro de los extractos de diferente grado etanólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* “Arándano” y que el mejor solvente para su extracción es el etanol de 96°GL.

Zapata, L. M., Castagnini, J. M., Quinteros, C. F., Carlier, E., Veuthey, M. J., & Cabrera, C. (2016), estabilidad de Antocianinas Durante el Almacenamiento de Jugos de Arándanos. *Vitae*, 23(3), 173-183. Indica que, Los arándanos y productos de arándano tienen alto valor nutricional, especialmente por su alto contenido de antocianinas. Estas son potentes antioxidantes y poseen alta capacidad de secuestrar radicales libres°. Así, los arándanos y productos de arándanos han resultado atractivos para los consumidores interesados en alimentos funcionales. Sin embargo, los tratamientos térmicos y posterior almacenamiento de productos alimenticios influyen en el contenido de antocianinas. La cinética de degradación de las antocianinas puede ser evaluada

desde una perspectiva termodinámica, basada en funciones como energía libre, entalpía, entropía y energía de activación. Objetivos: Se estudió el efecto de la pasteurización y la estabilidad de antocianinas presentes en jugos de arándanos, sin pasteurizar y pasteurizados, durante el almacenamiento. Métodos: Jugos de arándanos sin pasteurizar y pasteurizados fueron almacenados a -18, 0, 5 y 10°C durante 148 días. A intervalos de tiempos se cuantificó la concentración de antocianinas monoméricas totales. Se realizó un Análisis de Componentes Principales y los resultados experimentales se ajustaron a modelos cinéticos de orden cero y uno, y a los modelos de Arrhenius y Eyring. Resultados: La pasteurización provocó disminución del 28,5% en la concentración inicial de antocianinas monoméricas totales, mientras que, para todas las temperaturas estudiadas, la disminución de antocianinas en función del tiempo de almacenamiento siguió una cinética de primer orden. En el jugo sin pasteurizar, la constante de velocidad de degradación varió entre 0,0080 - 0,0084 días⁻¹ y el tiempo de vida media, entre 75 - 87 días. En el jugo pasteurizado, la constante de velocidad de degradación varió entre 0,0023 - 0,0060 días⁻¹ y el tiempo de vida media, entre 116-301 días. En éste la energía de activación, la energía libre de Gibbs, entalpía y entropía de activación fueron 44,66 kJ/mol, 83,80 kJ/mol, 42,35 kJ/mol y -139,09 J/mol.K, respectivamente”. Conclusiones: El tratamiento de pasteurización provocó disminución del 28,5% en la concentración de antocianinas monoméricas totales iniciales de los jugos de arándano. La estabilidad de las antocianinas durante el almacenamiento fue mayor en los jugos pasteurizados, siendo mayor cuando se almacenaron a 0°C; mientras que en los jugos pasteurizados almacenados a -18°C las antocianinas mostraron menor estabilidad.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Si determinamos la influencia de aplicación de ultrasonido en la prolongación de la bebida de arándano entonces podremos utilizar esta tecnología emergente como una alternativa para prolongar la vida útil.

2.3.2. Hipótesis específicas

Si determinamos la influencia de aplicación de diferentes condiciones de ultrasonido en la bebida de arándano podremos reducir la carga microbiana durante su almacenamiento.

Si determinamos la influencia de aplicación de diferentes condiciones de ultrasonido en la bebida de arándano podremos conservar el contenido de antocianinas de forma óptima durante su almacenamiento.

Si determinamos la influencia de aplicación de diferentes condiciones de ultrasonido en la bebida de arándano podremos conservar el contenido de polifenoles de forma óptima durante su almacenamiento.

Si determinamos la influencia de aplicación de diferentes condiciones de ultrasonido en la bebida de arándano podremos conservar las características sensoriales de forma óptima durante su almacenamiento.

2.4. Variables

Se muestra en forma resumida lo que se realizó en la investigación de la evaluación de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica, los variables independientes, Potencia, tiempo de aplicación ultrasónica y temperatura

variables dependientes, Características microbiológicas, Contenido de antocianina, Contenido de polifenoles, Características sensoriales.

Variables intervinientes, Frecuencia, y temperatura de aplicación ultrasónica como también se menciona las dimensiones, Watts, minutos y temperatura, Carga microbiana, UFC coliformes totales., UFC mohos y levadura., mg de contenido de antocianinas, Frecuencia: 40khz, e indicadores, Ocho tratamientos.

T0= Testigo, T1= 1050W, 35 Min,50°C, T2= 1050W, 25 Min,50°C, T3= 1050W,25 Min, 60°C, T4= 1050W, 35min, 60°C, T5= 1500W, 25min, 60°C, T6= 1500W, 35min, 60°C, T7= 1500W, 25min, 50°C, T8= 1500W, 35min, 50°C, UFC/ml coliformes totales, UFC/ml mohos y levadura, mg/ml, mg/ml, sabor, olor, aspecto general, Khz °C como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variables independientes. Potencia, tiempo de aplicación ultrasónica y temperatura	Watts, minutos y temperatura	Ocho tratamientos T0= Testigo T1= 1050W, 35 Min, 50°C T2= 1050W, 25 Min, 50°C T3= 1050W, 25 Min, 60°C T4= 1050W, 35min, 60°C T5= 1500W, 25min, 60°C T6= 1500W, 35min, 60°C T7= 1500W, 25min, 50°C T8= 1500W, 35min, 50°C
Variables dependientes. Características microbiológicas	Carga microbiana UFC coliformes totales. UFC mohos y levadura.	UFC/ml coliformes totales UFC/ml mohos y levadura.
Contenido antocianina	de	mg/ml
Contenido polifenoles	de mg de contenido de antocianinas	mg/ml
Características sensoriales		sabor, olor, aspecto general
Variables Intervinientes Frecuencia, temperatura de aplicación ultrasónica.	Frecuencia: 40khz	Khz °C

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y Nivel de investigación

El tipo de investigación fue de tipo aplicada, el nivel de investigación fue experimental – Explicativa.

3.2. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en los laboratorios de microbiología agroindustrial, laboratorio de análisis por instrumentación y laboratorio de análisis físico químico de la EPIA, UNHEVAL, ubicado en el distrito de Pillco Marca.

La elaboración de la bebida se realizó en la planta de la empresa KARBEL SRL, ubicada en el Jr. Tingo María (Zona Cero), distrito de Amarilis.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

la población está conformada por la bebida de arándano

3.3.2. Muestra

la muestra está conformada por 24 muestras de 120 ml de bebida de arándano con 1 muestra de testigo

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la bebida de arándano sometido a tratamientos de ultrasónico 120 ml.

3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son 8 y 1 testigo se sacó los ocho tratamientos todos

contra todos entre watts, tiempo, temperatura de 2 niveles y 3 factores para la evaluación de la bebida de arándano cada 15 días durante 60 días en almacenamiento como se aprecia la Tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos de bebida de arándano.

Tratamientos	Factores		
	Potencia (w)	Tiempo (t)	Temperatura (°C)
T ₀			
T ₁	1050	35	50
T ₂	1050	25	50
T ₃	1050	25	60
T ₄	1050	35	60
T ₅	1500	25	60
T ₆	1500	35	60
T ₇	1500	25	50
T ₈	1500	35	50

3.5. Prueba de hipótesis

Hipótesis nula

H₀ : la aplicación ultrasónica no influirá en los análisis microbiológicos en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₀: $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4=T_5=T_6=T_7=T_8= 0$

H₀ : la aplicación ultrasónica no influirá en el contenido de antocianinas en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₀: $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4=T_5=T_6=T_7=T_8= 0$

H₀ : la aplicación ultrasónica no influirá en el contenido de polifenoles en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₀: $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4=T_5=T_6=T_7=T_8= 0$

H₀ : la aplicación ultrasónica no influirá en las características sensoriales en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₀: $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4=T_5=T_6=T_7=T_8= 0$

Hipótesis alterna

H₁: la aplicación ultrasónica influirá en los análisis microbiológicos en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₁= Al menos un $T_i \neq 0$

H₁ : la aplicación ultrasónica influirá en el contenido de antocianinas en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento

H₁= Al menos un $T_i \neq 0$

H₁ : la aplicación ultrasónica influirá en el contenido de polifenoles en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento.

H₁= Al menos un $T_i \neq 0$

H₁ : la aplicación ultrasónica influirá en las características sensoriales en la obtención de bebida de arándano para prolongar su vida útil durante su almacenamiento.

H₁= Al menos un $T_i \neq 0$

3.6. Diseño de la investigación

Para evaluar la vida útil de bebida de arándano con diferentes pre- tratamientos de ultrasonido, se utilizaron el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x2) que tiene la siguiente ecuación.

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

Factor A : Tiempo Factor B. Temperatura Factor C: Potencia

Donde:

Y_{ijk} : contenido de propiedades encontrado en el arándano

sometido a la k-ésima potencia, j-ésima temperatura y al i-ésimo tiempo con ultrasonido.

- μ : efecto de la media general.
- α_i : efecto de i-ésimo nivel de tiempo.
- β_j : Efecto del j-ésimo nivel de temperatura.
- γ_k : Efecto del k-ésimo nivel de potencia.
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo y el j-ésimo nivel de temperatura.
- $(\alpha\gamma)_{ik}$: efecto de interacción del i-ésimo nivel de tiempo y k-ésimo nivel de potencia.
- $(\beta\gamma)_{jk}$: Efecto de interacción del j-ésimo nivel de temperatura y el k-ésimo nivel de potencia.
- $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo, el j-ésimo nivel de temperatura y el k-ésimo nivel de potencia.
- ϵ_{ijk} : Error experimental.

La comparación de tratamientos se realizará a través de la prueba de Tukey a $\alpha = 5\%$.

3.7. Datos registrados

Se registraron el resultado obtenido de los análisis microbiológicas, contenido de antocianinas, contenido de polifenoles y características sensoriales de la bebida de arándano que se aplicó con el ultrasonido para prolongar su vida útil.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

Para la obtención y registro de datos de las fuentes secundarias se utilizaron fichas bibliográficas, así mismo mediante muestreos e investigación, se obtuvieron datos de las fuentes primarias, se utilizarán formatos, elaborados de acuerdo al estudio, disco duro externo y memorias USB para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes, lápices, cámara fotográfica y de video, entre otros.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

Análisis documental: permitió el análisis del material estudiado y precisó desde un punto de vista formal.

Análisis de contenido: se analizaron de manera objetiva y sistemática.

Fichaje: permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y ordenada sistemáticamente que sirvieron de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

b. Instrumento de investigación documental

Fichas de investigación o documentación, bibliografías, hemerografías, internet (base de datos, revistas electrónicas).

c. Instrumento de recolección de información en laboratorio

Cuaderno de apuntes, reporte de análisis, cámara fotográfica y de video

d. Procesamiento y presentación de resultados

El procesamiento y presentación de resultados se realizó utilizando el software Microsoft Office 2016 con sus programas: de texto Word, de cálculos Excel y otros del paquete. Los resultados se presentan en tablas y figuras según corresponda. Para datos estadísticos se utilizó el software Statgraphics.

3.9. Materiales y equipos

3.9.1. Materia prima

La materia prima que se utilizó en el proyecto de investigación fu el arándano azul (*Vaccinium corymbosum*)

3.9.2. Materiales

Brixometro, pH-metro, termómetro, balanza, balanza gramera, envase de

vidrio, cocina Semi – Industrial, baldes, tinas, tapas para el envase de vidrio, jarras.

3.9.3. Equipos

Equipo ultrasónico, estufa, contadores de colonia, espectrofotómetro, Refrigeradora, centrifuga.

3.9.4. Reactivos

HCL 37%, acetato de sodio, cloruro de potasio, ferrocianuro de K, cloruro de Hierro.

3.10. Conducción de la investigación

Se presenta el esquema experimental en forma resumida que se realizó durante la evaluación de la bebida ultrasónica para la conducción y ejecución del trabajo de investigación, de caracterización, evaluación de polifenoles y antocianinas, y características sensoriales como se muestra en la Figura 4.

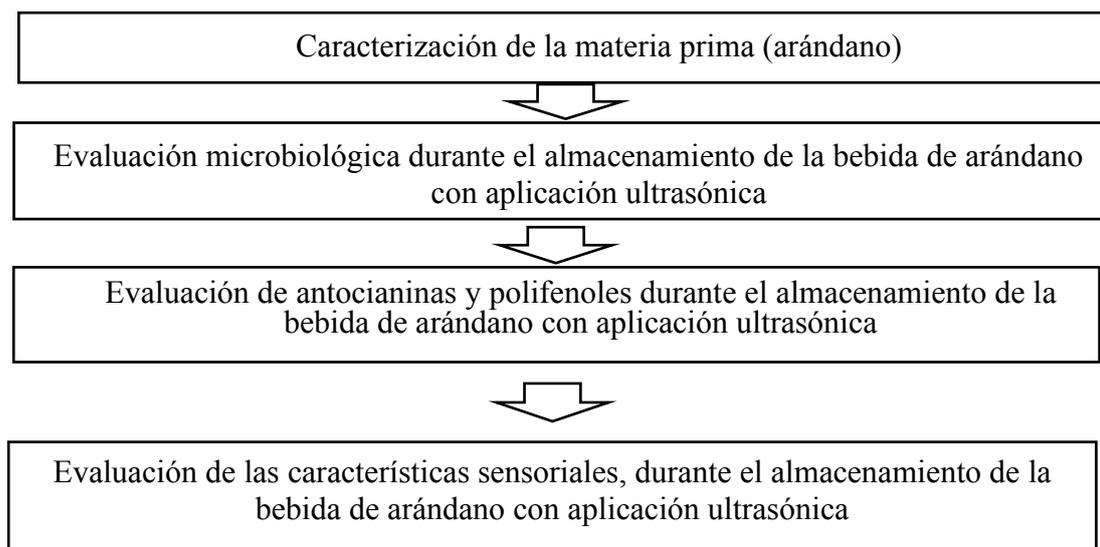


Figura 4. conducción de la investigación con pruebas aceleradas

3.10.1. Caracterización de la materia prima

En esta etapa se realizó el análisis fisicoquímico de la materia prima, tales como:

Los sólidos solubles: se determinaron utilizando un refractómetro de mano (0-32 % Brix:8 a 14), calibrado a 20 °C, mediante la aplicación de 1ml del jugo extraído en el equipo y realizada la lectura (Godoy, 2004), acidez se realizó por el método de titulación, Calibre: 10 a 14 mm diámetro con el equipo (pie de rey), pH: método del potenciómetro, el peso se calculó con la balanza analítica.

Elaboración de la bebida de arándano (*Vaccinium corymbosum*)

El flujo grama de operaciones para la elaboración de bebida de arándano ultrasónico con todo su parámetro establecido se muestra en la Figura 5.

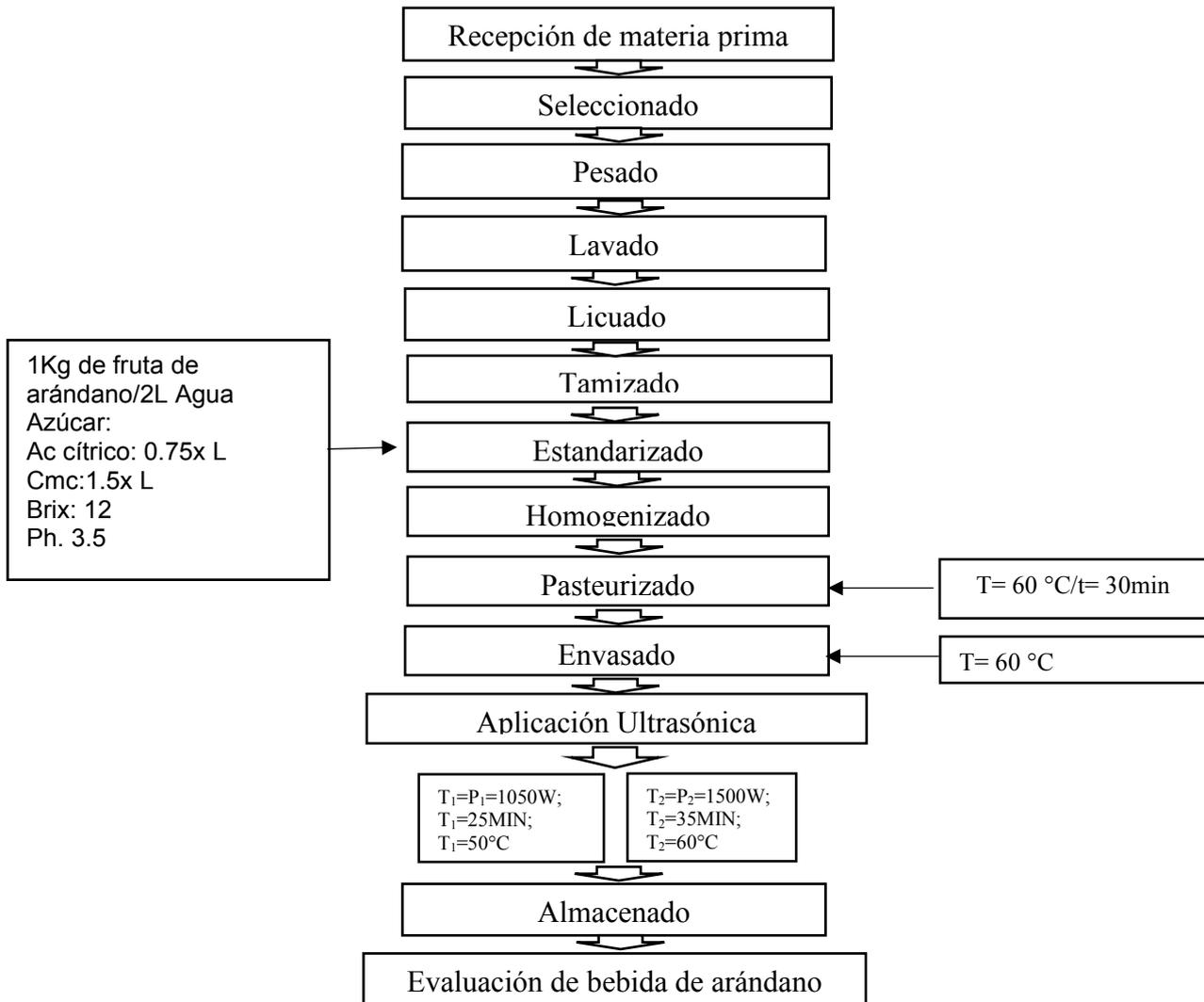


Figura 5. Flujo grama de operaciones para la obtención de la bebida de arándano

Descripción de flujo grama de operaciones.

Recepción de materia prima

Se recibieron en bandejas especial para frutos pequeños en la planta teniendo cuidado de no proporcionarle daño físico o mecánico.

Seleccionado

Se seleccionaron manualmente para eliminar aquellas bayas con presencia de daños físicos e infección por hongos. Posteriormente las bayas se clasificaron basadas en sus atributos de calidad (tamaño y color), se consideraron bayas de tamaño de 13-15 mm de diámetro y de color azul intenso en 90-100% del fruto.

Pesado

Esta operación se realizó del fruto de arándano, lo cual nos permitirá determinar el rendimiento de la fruta

Lavado

En esta operación de lavado, se extrajo toda materia extraña adherida al fruto con abundante agua. Luego se sumergirá en una tina de agua con hipoclorito de sodio a 100ppm por un tiempo de 10 min. una vez cumplido el tiempo se enjuagará con abundante agua.

Licuado

En esta operación de licuado, se adiciono el fruto de arándano a una licuadora industrial con agua y luego se trituro hasta obtener una pasta homogénea.

Tamizado

En esta operación se adicionará 2 litros de agua por 1 kilo fruta de arándano, luego se tamizará con un colador o tela de tocuyo para obtener un líquido homogéneo libre de partículas del fruto.

Estandarizado

En esta operación se adiciono cmc. 1,5g/L como gelificante, el ácido cítrico 0,75gr./L. para regular el pH a (3,5) y se agregara azúcar blanca refinada en función a la medida del °Brix inicial de la dilución hasta alcanzar 12 °Brix.

Homogenizado

En esta operación se agito por espacio de 5 minutos constantes para uniformar la bebida con los ingredientes, hasta lograr la disolución y mezcla homogénea

Pasteurizado

Se realizo el pasteurizado a 85 °C durante 6 minutos. con el objetivo de

destruir los microorganismos que podrían afectar la estabilidad biológica del producto.

Envasado

Se envaso la bebida de arándano en el envase de vidrio ámbar, con un contenido de 120 mL. a temperatura de 85 °C.

Aplicación ultrasónica

En esta operación se le aplico ultrasonido a la bebida de arándano envasados en botellas de vidrio a ocho tratamientos más el testigo, cada tratamiento con diferentes potencias, diferentes tiempos y diferentes temperaturas; así como se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9. aplicación ultrasónica

Potencia (w)	Factores	
	Tiempo (t)	Temperatura (°C)
1050	25	50
1500	35	60

Almacenado

En esta operación la bebida de arándano envasados en envases de vidrios ya sometidos a tratamientos ultrasónicos se almacenó a temperatura ambiente en cajas de cartón rotulando por tratamientos.

Evaluación de bebida de arándano

Se evaluó los 8 tratamientos de estudio más el testigo (bebida), cada tratamiento tendrá 24 muestras, la evaluación será acelerada.

Aplicación ultrasónica a la bebida de arándano (*Vaccinium corymbosum*)

Se aplicó ultrasonido a la bebida de arándano envasados en los envases de vidrio a los 8 tratamientos más el testigo, cada tratamiento con diferentes potencias, diferentes tiempos y temperaturas, así como se muestra a continuación como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Aplicación de ultrasonido en bebida de arándano

Tratamientos	Factores		
	Potencia (w)	Tiempo (t)	Temperatura (°c)
T1	1050	35	50
T2	1050	25	50
T3	1050	25	60
T4	1050	35	60
T5	1500	25	60
T6	1500	35	60
T7	1500	25	50
T8	1500	35	50

Dónde: Tn= Tratamiento, Pn = Potencia (watts), tn = tiempo(minutos) tn= temperatura(°C)

3.10.2. Evaluación microbiológica durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

Se separo asepticamente 10 g de muestra que se homogenizó en 90 mL de agua peptonada al 0,1%. Una serie de diluciones se prepararon en 9 mL de agua peptonada con 1 mL de alícuota la numeración de mohos y levaduras se realizó en Agar DRBC- Agar Dicloro Rosa Bengala + Cloranfenicol luego de una incubación a 21 °C por 5 días. Los resultados se reportaron en ufc/g (BAM, 2001; Norma ISO, 7954), como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Criterios microbiológicos (bebidas no carbonatadas)

Agente microbiano	categoría	clase	n	c	Limite por ml	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
levaduras	5	2	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 3	-----

Fuente: criterios microbiológicos Minsa (2008).

3.10.3. Evaluación de antocianinas y polifenoles durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

Se utilizó el método de pH diferencial, la cual requiere de la preparación de una dilución con buffer de cloruro de potasio a pH 1,0, y otra con buffer de acetato de sodio a pH 4,5. El volumen final debe ser de 3 mL.

Las muestras se dejan en reposo por 15 minutos y se lleva a cabo la lectura de la absorbancia en un espectrofotómetro de barrido ultravioleta/visible 510 nm.

Para calcular la concentración de antocianinas monoméricas se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianinas monoméricas} = \frac{(A)(PM)(FD)(1000)}{(\epsilon)(l)}$$

Donde:

A = Absorbancia

PM = Peso molecular de la antocianina (449.2)

FD = Factor de dilución

ϵ = Absortividad molar (26,900)

El valor final de la absorbancia se obtendrá de la siguiente manera:

$$A = (A_{\text{max}} - A_{510\text{nm}})_{\text{pH}1} - (A_{\text{max}} - A_{510\text{nm}})_{\text{pH}4.5}$$

Donde:

A max = Mayor absorbancia obtenida a pH 1 y pH 4,5

A 510nm = Lectura a 510 nm a pH 1 y pH 4,5.

La concentración final de antocianinas se expresa como mg equivalentes de cianidina-3-glucósido por litro. Se calcula con base al volumen de extracto y peso de la muestra empleado (Esteves, 2016).

Evaluación de contenido de polifenoles

Se utilizo el método de azul de Borussia

Reactivos: $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, ácido gálico, HCL.

Solución A: 0,1 M $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 0,1 N HCL.

Solución B: 0,008 M $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en H_2O destilada.

Preparación de los extractos acuosos. Se peso 1 g de muestra y se colocó en 100 ml de H₂O destilada caliente a temperatura de ebullición, se agitar durante 5 minutos, se filtrar y se almaceno en refrigeración.

Curva de calibración

Se preparar una solución stock de 1Mm de ácido gálico.

Se Colocar en un tubo de ensayo 400Ul de acido gálico (sol. De trabajo de 0,1 hasta 0,01 nM), adicionando 1200 uL de sol. A, luego de 10 minutos se transfirió a las cubetas de poliestireno y leer la Abs. a 725 nm. El blanco se realizó empleando las mismas proporciones, pero en lugar de sol. De trabajo se usa agua destilada (los valores de Abs. se registraron en el espectrofotómetro, calibrados a cero. Mediante ARLn de las Abs Vs concentración de ácido gálico, obtener la ecuación de la curva de calibración.

3.10.4. Evaluación de características sensoriales durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

Para conocer el grado de aceptación del producto final se evaluaron las características sensoriales sabor, olor y aspecto general con un panel de degustadores semi-entrenados integrado por 15 personas utilizando el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos, como se muestra a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12. Escala hedónica para la determinación de los atributos (sabor, Olor y aspecto general), de la bebida de arándano envasado

Valor	Atributo	Atributo
	Sabor y olor	Aspecto general
7	Excelentemente agradable	
6	Muy agradable	
5	Agradable	
4	Indiferente	
3	Desagradable	
2	Muy desagradable	Uniforme
1	Pésimamente desagradable	Presencia de materia org.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la materia prima (Arándano)

Los resultados del análisis biométrico de los frutos de arándano en promedio se muestran en la Tabla 13 considerando tamaño y peso.

Tabla 13. Pesos promedio, diámetro, longitud, sólidos solubles, Ph % acidez del arándano

características	Peso g	Diámetro mm	Longitud mm	Brix %	PH %	acidez %
promedio	1,17±0	11,91±2	7,64±0	8,08±0	4,03±0	0,40±0

Asimismo, la evaluación de las características biométricas fueron medidas en peso en gramos de frutos enteros, y con lo que respecta a diámetro se midió con el instrumento de pie de rey, el acidez se determinó por método de titulación, sólidos solubles, se midió con el Brixometro y PH metro.

4.2. Evaluación microbiológica durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

La presencia de microorganismos en todos los tratamientos fue evidente a partir del día 60, excepto para el testigo (T₀), es cual se deterioró por completo antes de los 15 días, razón por la cual solo se cuenta con datos del día 15; los datos se detallan en la Tabla 21.

Del análisis estadístico, se encontró diferencias significativas entre tratamiento para todos los microorganismos, asimismo se evidenció un mejor desempeño del ultrasonido al emplear los factores en sus niveles

En mohos y levaduras se encontraron interacciones dobles y triple para los factores, sin embargo, para aerobios no se hayo interacción entre potencia y temperatura, asimismo con respecto a coliformes no se evidenció una interacción triple (potencia-temperatura-tiempo).

4.2.1. Efecto factor A (Potencia)

De acuerdo a la aplicación del diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x3, se realizó el análisis por factores demostrándose que según el análisis de varianza existe diferencias significativas en todos los tratamientos y combinaciones. Es que en el análisis de cada factor (a = potencia, b = tiempo y c = temperatura) en cuanto a Aerobios mesófilo se mantienen en 0,00 del día 0 a día 45, incrementándose en el día 60 se analizó que está dentro del límite máximo permisible que es de 100 UFC/ ml, en cuanto a coliformes totales se obtuvimos 0,00 del día 0 a día 45, en el día 60 se ve el incremento total donde el límite máximo permisible es de 0 UFC/ml, en cuanto a Mohos ubo buenos resultados con 1500 watts de potencia de los días 0 al día 60 y el de 2050 watts se deterioró en el día 60 no superando los L.M.P, en cuanto a Levaduras fue efectivo el de 1500 watt de potencia de ultrasonido y el de 1050 watts no supero los L.M.P que la norma establece, como se puede apreciar en la Tabla 14.

Tabla 14. Análisis de factores individuales por potencia

Potencia	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)				
	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60
1050w	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,33 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,08 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	25,08 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	129,17 ^b
1500w	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,75 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,25 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	5,33 ^a				

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.2. Efecto factor B (Tiempo)

De acuerdo el análisis por factores demostrándose que según el análisis de varianza existe diferencias significativas en todos los tratamientos en aerobios y mesófilos el factor tiempo fue muy importante está dentro de los L.M.P que se conservó hasta los 60 días, en cuanto a coliformes se observa buenos resultados del día 0 a 45 se ven aumento de microorganismos en el día 60 no superando los L.M.P que es de 0 UFC/ ml, en cuanto a mohos se vio mejor desempeño de 35 minutos que superó los 60 días y el de 25 minutos se

deterioró en 60 días no superando los límites esperados, en cuanto a las levaduras no supero los límites en 60 días viéndose afectado por la temperatura acelerada de la estufa empleada. Se puede apreciar en la Tabla 15.

Tabla 15. Análisis de factores individuales por tiempo

Tiempo	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)				
	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
25 min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	8,17 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,83 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	15,25 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	64,50 ^a
35 min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	4,92 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	9,83 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	70,00 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.3. Efecto factor C (Temperatura)

Existe diferencias significativas en todos los tratamientos en aerobios y mesófilos el factor temperatura fue influyente se encuentra dentro de los L.M.P. en cuanto a coliformes del día 0 a día 45 se mantuvo en los límites y en el día 60 se pasaron de los L.M.P. que es de 0 UFC/ ml en cuanto a mohos el de 60° C se encuentra dentro de las normas establecidos y el de 50°C solo duro 45 días, en cuanto a levaduras no pasaron de 60 días de evaluación como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de factores individuales por temperatura

Temperatura	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)				
	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	6,17 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,25 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	20,08 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	107,92 ^b
60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	6,92 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,08 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	5,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	26,58 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.4. Efecto factor potencia y tiempo (AXB)

Asimismo, para las combinaciones de los factores (ab, bc y ac), se puede notar una clara diferencia entre los tratamientos en estudio, en aerobios y mesófilos se vio mejores resultados en evaluaciones que duro los 60 días, en cuanto a coliformes totales se observa que tuvo mejor desempeño 1500 watts y 25 minutos que supero satisfactoriamente el análisis, en mohos y levaduras tenemos 1500 watts y 35 minutos, 1500watts y 25 minutos que se encontraron dentro de los límites de la norma de criterios microbiológicos, como se puede notar en la tabla 17.

Tabla 17. Análisis de factores de 2 combinaciones

Potencia	Tiempo	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)					
		Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	
1500 w	35min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	5,33 ^a				
1500 w	25min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	5,33 ^a
1050 w	35min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	9,83 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	19,67 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	134,67 ^c
1050 w	25min	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	14,83 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,67 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	30,50 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	123,67 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.5. Efecto factor potencia y temperatura (AXC)

Para las combinaciones de los factores (ac), se puede notar una clara diferencia entre los tratamientos en estudio, se nota buen desempeño de potencia y temperatura en cuanto a aerobios y mesófilos que se encuentran dentro de los límites establecidos, en coliformes tenemos a 1050 watts y 50°C; 1500 watts y 60°C que duro más de 60 días, por otra parte los mohos y levaduras tubo resultados esperados con 1500 watts y 50°C; 1500 watts y 60°C encontrándose dentro de los L.M P. de la norma establecida. cómo se puede notar en la tabla 18.

Tabla 18. Análisis de factores de 2 combinaciones potencia y temperatura por días.

Potencia	Temp.	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)					
		Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	
1500 w	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	3,33 ^a				
1500 w	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	7,33 ^a
1050 w	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,33 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	2,17 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	10,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	45,83 ^b
1050 w	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,33 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	40,17 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	212,50 ^c

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.6. Efecto factor tiempo y temperatura (BXC)

Asimismo, para las combinaciones de los factores (bc), se puede notar una clara diferencia entre los tratamientos en estudio, en cuanto a aerobios y mesófilos se encuentran dentro de los L.M.P. que es de 100UFC/ml, en cuanto a coliformes tenemos a 25minutoa y 50°C los que se encuentran en los límites de la norma, en cuanto a mohos tenemos 35 minutos y 60°C; 25 minutos y 60°C que se encuentran dentro de las normas de criterios microbiológicos, en levaduras se ven afectados por el tiempo y temperatura durante la evaluación. cómo se puede notar en la tabla 19.

Tabla 19. Análisis de factores de 2 combinaciones tiempo y temperatura durante los 60 días.

Tiempo	Temp.	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)					
		Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	
35 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	3,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	14,33 ^a				
25 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	6,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	20,50 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	90,17 ^c
35 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	6,33 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	19,67 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	125,67 ^d
25 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	10,33 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,67 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	10,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	38,83 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.7. Efecto factor potencia, tiempo y temperatura (AXBXC)

Del análisis estadístico, se encontró diferencias significativas entre tratamiento para todos los microorganismos, asimismo se evidencio un mejor desempeño del ultrasonido al emplear los factores en sus niveles máximos En el caso de aerobios mesófilos, el factor temperatura resulto no ser significativo para el día 60, de forma similar para coliformes totales el tiempo; para mohos y levaduras todos los factores tuvieron significancia lo que indicaría que los mismos son mucho más sensible al tratamiento por ultrasonido en comparación con los aerobios y coliformes. En mohos y levaduras se encontraron interacciones dobles y triple para los factores, el mejor tratamiento en análisis microbiológico es 1500 watts, 25 min, 50°C el T₆, T₇, T₈ como se muestra en la tabla 20 y 21.

Tabla 20. Análisis de 3 factores con combinaciones.

Potencia	Tiempo	Temp	Microorganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)					Coliformes totales (NMP/g)					Mohos (Log UFC/g)					Levaduras (logUFC/g)					
			Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	
1500 w	35 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	4,00 ^a
1500 w	25 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
1500 w	35 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	6,67 ^a				
1500 w	25 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	3,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	10,67 ^a
1050 w	35 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	7,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	1,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	25,70 ^b					
1050 w	25 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,00 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	180,33 ^d
1050 w	35 min	50 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,67 ^c	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	245,70 ^c
1050 w	25 min	60 °C	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	12,67 ^d	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	3,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	67,00 ^c					

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 21. Resultados de análisis microbiológico obtenidos en diferentes días de almacenamiento, y su estudio correspondiente cada 15 días por 60 días

Parámetro microbiológico	Días	Tratamientos								
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Microrganismos aeróbios mesófilos (Log UFC/g)	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	150 ± 0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	45	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	60	---	12 ± 1 ^c	0 ^a	13 ± 2 ^c	0 ^a	18 ± 2 ^d	3 ± 1.00 ^a	7 ± 3 ^b	0 ^a
Coliformes totales (NMP/g)	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	10	ND	ND	ND	ND	N	ND	ND	ND
	30	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	45	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	60	---	0 ^a	0 ^a	0 ^a	1 ± 1 ^a	3 ± 1 ^b	0 ^a	1 ± 0.5 ^a	0 ^a
Mohos (Log UFC/g)	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	45	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	60	---	41 ± 3 ^c	0 ^a	39 ± 3 ^c	0 ^a	20 ± 3 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Levaduras (logUFC/g)	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	45	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	60	---	180 ± 7 ^d	0 ^a	245 ± 7 ^c	7 ± 2 ^a	67 ± 4 ^c	11 ± 2 ^a	25 ± 2 ^b	4 ± 1 ^a

Media ± SD (n = 3). Superíndices diferentes en filas representan diferencias significativas.

ND = no detectado; (---) no se analizaron a causa de excesivo deterioro de las muestras.

4.3. Evaluación de antocianinas y polifenoles durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

4.3.1. Efecto factor A (Potencia)

De acuerdo a la aplicación del diseño con arreglo factorial de 2x3, se realizó el análisis por factores demostrándose que según el análisis de varianza existe diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos y combinaciones. Es que en el análisis de cada factor (a = potencia, b = tiempo y c = temperatura), en cuanto a antocianinas decreció los valores obtenidos en día 0 se observa valores dentro de los límites y en los días 15, 30, 45, 60 bajo los valores según los días de almacenamiento, con respecto a los polifenoles en día 0 se observa valores dentro de los límites establecidos, los 15, 30, 45, 60 se ve una disminución de valores debido al tiempo de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Análisis de factores individuales por potencia

Potencia	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (μ g de AGE/mL)				
	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
1050 w	6,26 ^a	5,51 ^b	4,05 ^b	3,25 ^b	3,01 ^b	58,73 ^b	42,94 ^b	63,10 ^a	55,07 ^b	52,01 ^b
1500 w	6,14 ^b	5,65 ^a	4,24 ^a	3,70 ^a	3,47 ^a	67,29 ^a	57,59 ^a	59,14 ^b	61,67 ^a	56,60 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.2. Efecto factor B (Tiempo)

Se realizó el análisis por factores demostrándose que según el análisis de varianza existe diferencias significativas en todos los tratamientos con respecto a antocianinas en día 0 hay buena extracción de contenidos y en los días 15, 30, 45, 60 se fue decreciendo los valores según pasaba los días de almacenamiento, en cuanto a polifenoles en día 0 se ve que hay buen contenido total analizado de la bebida, y los días 15, 30, 45, 60 se ven afectados por la disminución de los valores obtenidos se ven afectados por el mayor tiempo de almacenamiento en la evaluación de la bebida ultrasónica, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Análisis de factores individuales por tiempo

Tiempo	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (μg de AGE/mL)				
	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
25 min	6,31 ^a	5,67 ^a	4,26 ^a	3,57 ^a	3,37 ^a	61,78 ^b	50,16 ^b	61,94 ^a	54,21 ^b	52,20 ^b
35 min	6,08 ^b	5,49 ^b	4,03 ^b	3,37 ^b	3,10 ^b	64,24 ^a	50,38 ^a	60,29 ^b	62,53 ^a	56,41 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.3. Efecto factor C (Temperatura)

Existe diferencias significativas en todos los tratamientos, en cuanto a antocianinas en el día 0 se observa valores dentro del límite total de la bebida y en los días 15, 30, 45, 60 se ve que hay una disminución según días de almacenamiento a temperaturas altas se va perdiendo el contenido de antocianinas, con respecto a polifenoles en día 0 no afecta la temperatura y en los días 15, 30, 45, 60 se ven afectados por mayor tiempo de almacenamiento durante la evaluación como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Análisis de factores individuales por temperatura

Temperatura	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (µg de AGE/mL)				
	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
50 °C	6,07 ^b	5,60 ^a	4,10 ^b	3,78 ^a	3,42 ^a	62,36 ^b	48,00 ^b	63,80 ^a	58,30 ^b	52,67 ^b
60 °C	6,37 ^a	5,56 ^b	4,19 ^a	3,16 ^b	3,06 ^b	63,66 ^a	52,53 ^a	58,44 ^b	58,44 ^a	55,94 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.4. Efecto factor potencia y tiempo (AXB)

Asimismo para las combinaciones de los factores (ab), se puede notar una clara diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, en antocianinas en día 0 se ve mejor desempeño en cuanto al contenido de antocianina y en los días 15, 30, 45, 60 se ven afectados por el pasar de los días en el almacenamiento, con respecto a polifenoles se ve incremento de contenido total en día 0 y los días 15, 30, 45, 60 se ven afectados por el tiempo de almacenamiento de la bebida, como se puede notar en la tabla 25.

Tabla 25. Análisis de factores de 2 combinaciones

Potencia	Tiempo	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (µg de AGE/mL)				
		Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
1050 w	25 min	6,56 ^a	5,60 ^b	4,20 ^b	3,40 ^c	3,17 ^c	56,52 ^d	45,17 ^c	65,26 ^a	52,62 ^d	50,45 ^d
1500 w	35 min	6,20 ^b	5,55 ^b	4,16 ^c	3,64 ^b	3,36 ^b	67,54 ^a	60,04 ^a	59,68 ^c	67,53 ^a	59,24 ^a
1500 w	25 min	6,07 ^c	5,74 ^a	4,33 ^a	3,75 ^a	3,58 ^a	67,04 ^b	55,15 ^b	58,61 ^d	55,80 ^c	53,96 ^b
1050 w	35 min	5,96 ^d	5,43 ^c	3,89 ^d	3,10 ^d	2,85 ^d	60,94 ^c	40,72 ^d	60,91 ^b	57,53 ^b	53,58 ^c

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.5. Efecto factor potencia y temperatura (AXC)

Asimismo para las combinaciones de los factores (ac), se puede notar una clara diferencia significativas entre los tratamientos en estudio evaluados, en antocianinas se ven los resultados con buen contenido total de la bebida obtenido en el día 0 y los días 15, 30, 45, 60 se ven disminución de contenido de antocianinas, en polifenoles en se be mejor desempeño de contenido de polifenoles los días 0, 30 y en los días 15, 45 y 60 se ven afectados por el tiempo en almacenamiento expuesto, como se puede notar en la tabla 26.

Tabla 26. Análisis de factores de 2 combinaciones potencia y temperatura por días

Potencia	Temperatura	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (µg de AGE/mL)				
		Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Dia 0	Día15	Día30	Día45	Día60
1050 w	60 °C	6,53 ^a	5,58 ^b	4,15 ^c	2,93 ^d	2,75 ^d	60,89 ^c	49,98 ^c	64,21 ^b	56,63 ^c	53,30 ^c
1500 w	60 °C	6,21 ^b	5,53 ^c	4,22 ^b	3,40 ^c	3,36 ^b	66,44 ^b	55,09 ^b	52,67 ^d	60,25 ^b	58,58 ^a
1500 w	50 °C	6,06 ^c	5,76 ^a	4,27 ^a	4,00 ^a	3,58 ^a	68,14 ^a	60,09 ^a	65,61 ^a	63,08 ^a	54,62 ^b
1050 w	50 °C	5,99 ^d	5,44 ^d	3,94 ^d	3,57 ^b	3,27 ^c	56,57 ^d	35,91 ^d	61,99 ^c	53,52 ^d	50,72 ^d

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.6. Efecto factor tiempo y temperatura (BXC)

Se puede notar una clara diferencia estadísticas entre los tratamientos en estudio, en cuanto a antocianinas en día 0 con 25 min y 60°C se observa buena cantidad de contenido de antocianinas y los días15, 30, 45, 60 se ven afectados por tiempo y temperatura de almacenamiento, en polifenoles tenemos en día 45 mayor cantidad de polifenoles totales con 35 min y 50°C como se puede notar en la tabla 27.

Tabla 27. Análisis de factores de 2 combinaciones tiempo y temperatura durante los 60 días

Tiempo	Temperatura	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (μg de AGE/mL)				
		Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
25 min	60 °C	6,67 ^a	5,67 ^a	4,31 ^a	3,55 ^c	3,34 ^c	61,55 ^d	53,28 ^a	60,01 ^b	57,62 ^c	54,37 ^c
35 min	60 °C	6,08 ^b	5,44 ^c	4,06 ^c	2,78 ^d	2,78 ^d	65,78 ^a	51,79 ^b	56,87 ^c	59,26 ^b	57,51 ^a
35 min	50 °C	6,09 ^b	5,54 ^b	3,99 ^d	3,96 ^a	3,43 ^a	62,70 ^b	48,96 ^c	63,72 ^a	65,80 ^a	55,31 ^b
25 min	50 °C	5,96 ^c	5,66 ^a	4,22 ^b	3,60 ^b	3,41 ^b	62,01 ^c	47,04 ^d	63,88 ^a	50,80 ^d	50,03 ^d

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.7. Efecto factor potencia, tiempo y temperatura (AXBXC)

Con respecto al análisis global de la combinación de los 3 factores, se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Se evidencio un efecto significativo de todos los factores evaluados (potencia, tiempo y temperatura) respecto al contenido de antocianinas totales para los diferentes días evaluados Siendo T₃ el que presento un mayor contenido inicial (Día 0) de antocianinas totales para D15 son T₇, T₈ y T₅; D30 T₅, D45 T₈ y D60 T₇, como se muestra la Tabla 28.

El contenido de polifenoles totales para las diferentes factores y niveles evaluados se presentan donde se evidencia que estos valores se ven afectados por el tiempo de almacenamiento, para todos los tratamientos presento una reducción significativa al final de la evaluación (Ver Tabla 30) con respecto al Día 0, alto contenido de polifenoles T₈, Día 45 T₈ teniendo variaciones en el rango de 6.83 % a 23.76 % (T₁ y T₇, respectivamente). Asimismo, se observó un “virtual” incremento de los valores de polifenoles totales entre los días 30 y 45, con respecto a los días de evaluación previos, para todos los tratamientos.

Tabla 28. Análisis de 3 factores con combinaciones

Potencia	Tiempo	Temperatura	Antocianinas (mg de cianidin-3-glucósido/mL)					Polifenoles (μg de AGE/mL)				
			Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60	Día 0	Día15	Día30	Día45	Día60
1050	35	50	6,05 ^d	5,34 ^d	3,53 ^g	3,78 ^c	3,46 ^b	57,09 ^e	38,41 ^f	59,18 ^e	58,52 ^c	53,19 ^e
1050	25	50	5,94 ^f	5,55 ^c	4,34 ^c	3,35 ^f	3,06 ^f	56,05 ^f	33,41 ^g	64,79 ^c	48,52 ^f	48,52 ^h
1050	25	60	7,17 ^a	5,64 ^b	4,06 ^e	3,44 ^e	3,27 ^e	56,98 ^e	56,93 ^c	65,78 ^b	56,71 ^d	52,64 ^f
1050	35	60	5,88 ^g	5,52 ^c	4,24 ^d	2,42 ^h	2,23 ^d	64,79 ^d	43,03 ^e	62,64 ^d	56,54 ^d	53,96 ^d
1500	25	60	6,16 ^c	5,71 ^a	4,56 ^a	3,65 ^d	3,40 ^c	66,11 ^c	49,62 ^d	54,24 ^f	58,52 ^c	56,10 ^c
1500	35	60	6,27 ^b	5,36 ^d	3,87 ^f	3,14 ^g	3,32 ^d	66,77 ^b	60,56 ^a	51,10 ^g	61,98 ^b	61,05 ^a
1500	25	50	5,98 ^e	5,77 ^a	4,09 ^e	3,84 ^b	3,75 ^a	67,97 ^a	60,67 ^a	62,97 ^d	53,08 ^e	51,82 ^g
1500	35	50	6,14 ^c	5,75 ^a	4,45 ^b	4,15 ^a	3,40 ^c	68,30 ^a	59,51 ^b	68,25 ^a	73,08 ^a	57,42 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Los valores de antocianinas totales (**mg de cianidin-3-glucósido/mL**) para cada tratamiento de acuerdo al día de almacenamiento para todos los tratamientos el contenido de antocianinas totales decreció conforme mayor fue el tiempo de almacenamiento, siendo T₄ y T₇ los tratamientos que registraron la mayor y menor variación (62.07 % y 37.29%, respectivamente), se presentan en el Tabla 29.

Tabla 29. Evaluación del contenido de antocianinas totales (mg de cianidin-3-glucósido/mL) de acuerdo a los factores de estudio y tiempo

Tratamiento	Potencia (W)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Día de evaluación				
				0	15	30	45	60
1	1050	35	50	6,05 ± 0,01 ^{de}	5,34 ± 0,04 ^d	3,53 ± 0,02 ^g	3,78 ± 0,04 ^c	3,46 ± 0,01 ^b
2	1050	25	50	5,94 ± 0,04 ^{fg}	5,55 ± 0,00 ^c	4,34 ± 0,01 ^c	3,35 ± 0,02 ^f	3,06 ± 0,01 ^f
3	1050	25	60	7,17 ± 0,05 ^a	5,64 ± 0,00 ^b	4,06 ± 0,02 ^e	3,44 ± 0,02 ^e	3,27 ± 0,03 ^e
4	1050	35	60	5,88 ± 0,03 ^g	5,52 ± 0,06 ^c	4,24 ± 0,02 ^d	2,42 ± 0,02 ^h	2,23 ± 0,00 ^g
5	1500	25	60	6,16 ± 0,03 ^c	5,71 ± 0,01 ^{ab}	4,56 ± 0,01 ^a	3,65 ± 0,02 ^d	3,40 ± 0,01 ^c
6	1500	35	60	6,27 ± 0,03 ^b	5,36 ± 0,01 ^d	3,87 ± 0,03 ^f	3,14 ± 0,00 ^g	3,32 ± 0,00 ^d
7	1500	25	50	5,98 ± 0,04 ^{ef}	5,77 ± 0,01 ^a	4,09 ± 0,01 ^e	3,84 ± 0,02 ^b	3,75 ± 0,00 ^a
8	1500	35	50	6,14 ± 0,01 ^{cd}	5,75 ± 0,01 ^a	4,45 ± 0,00 ^b	4,15 ± 0,01 ^a	3,40 ± 0,02 ^c

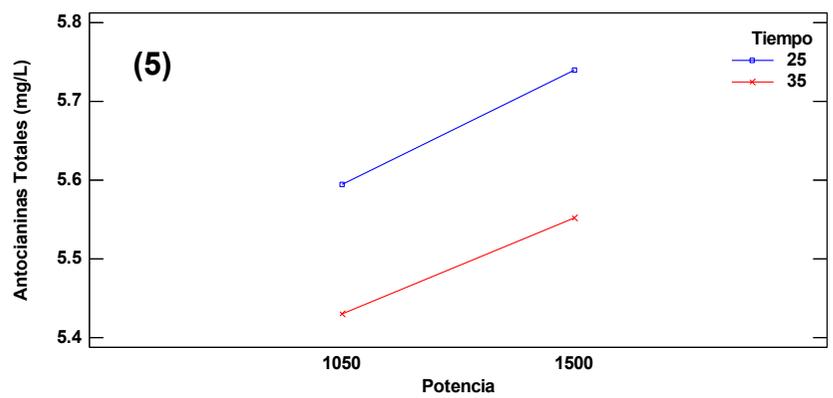
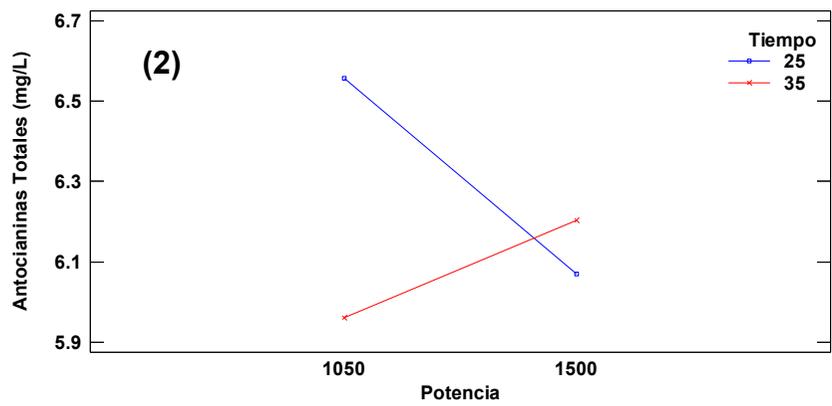
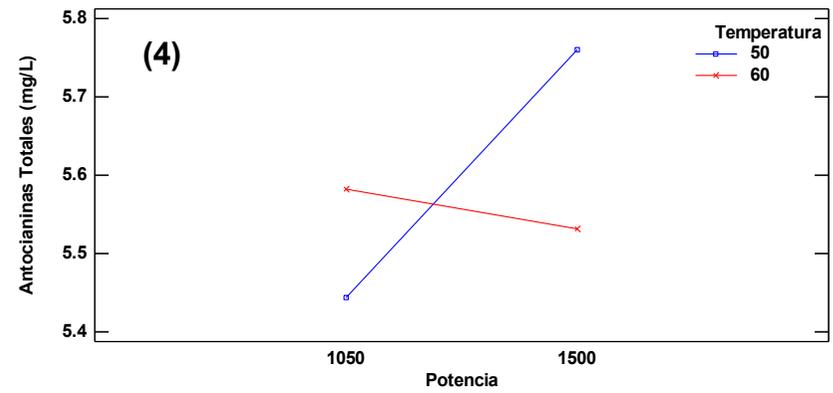
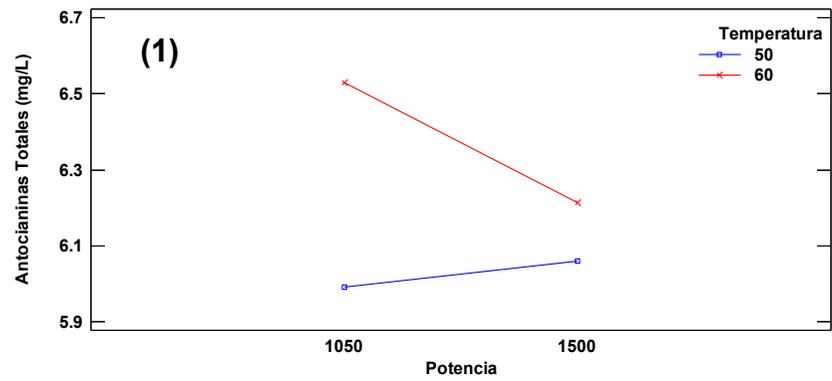
Medias ± SD (n=3). Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

El contenido de polifenoles totales para las diferentes factores y niveles evaluados que se presentan se evidencia que estos valores se ven afectados por el tiempo de almacenamiento, como se puede ver en la Tabla 30.

Tabla 30. Evaluación del contenido de polifenoles totales (μg de AGE/mL) de acuerdo a los factores de estudio y tiempos evaluados durante los 60 días

Tratamiento	Potencia (W)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Día de evaluación				
				0	15	30	45	60
1	1050	35	50	57,09 \pm 0,09 ^e	38,41 \pm 0,00 ^f	59,18 \pm 0,17 ^e	58,52 \pm 0,17 ^c	53,19 \pm 0,10 ^e
2	1050	25	50	56,05 \pm 0,16 ^f	33,41 \pm 0,10 ^g	64,79 \pm 0,17 ^c	48,52 \pm 0,09 ^f	48,25 \pm 0,09 ^h
3	1050	25	60	56,98 \pm 0,10 ^e	56,93 \pm 0,10 ^c	65,78 \pm 0,17 ^b	56,71 \pm 0,17 ^d	52,64 \pm 0,09 ^f
4	1050	35	60	64,79 \pm 0,17 ^d	43,03 \pm 0,17 ^e	62,64 \pm 0,17 ^d	56,54 \pm 0,17 ^d	53,96 \pm 0,09 ^d
5	1500	25	60	66,11 \pm 0,17 ^c	49,62 \pm 0,17 ^d	54,24 \pm 0,17 ^f	58,52 \pm 0,17 ^c	56,10 \pm 0,09 ^c
6	1500	35	60	66,77 \pm 0,17 ^b	60,56 \pm 0,10 ^a	51,10 \pm 0,17 ^g	61,98 \pm 0,17 ^b	61,05 \pm 0,09 ^a
7	1500	25	50	67,97 \pm 0,09 ^a	60,67 \pm 0,17 ^a	62,97 \pm 0,17 ^d	53,08 \pm 0,17 ^e	51,82 \pm 0,10 ^g
8	1500	35	50	68,30 \pm 0,09 ^a	59,51 \pm 0,17 ^b	68,25 \pm 0,17 ^a	73,08 \pm 0,09 ^a	57,42 \pm 0,09 ^b

Medias \pm SD (n=3). Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significanticas ($\alpha = 0.05$)



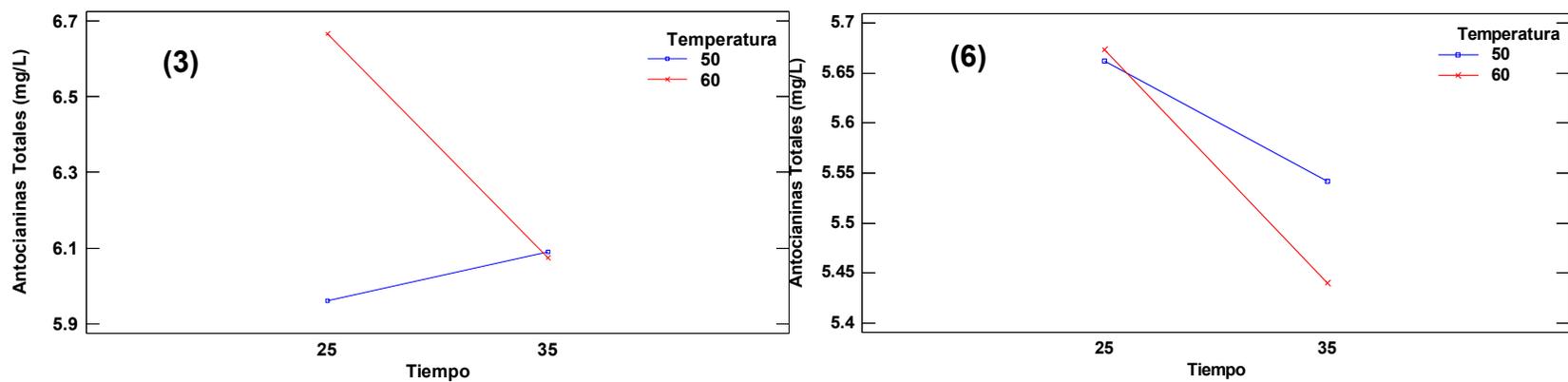
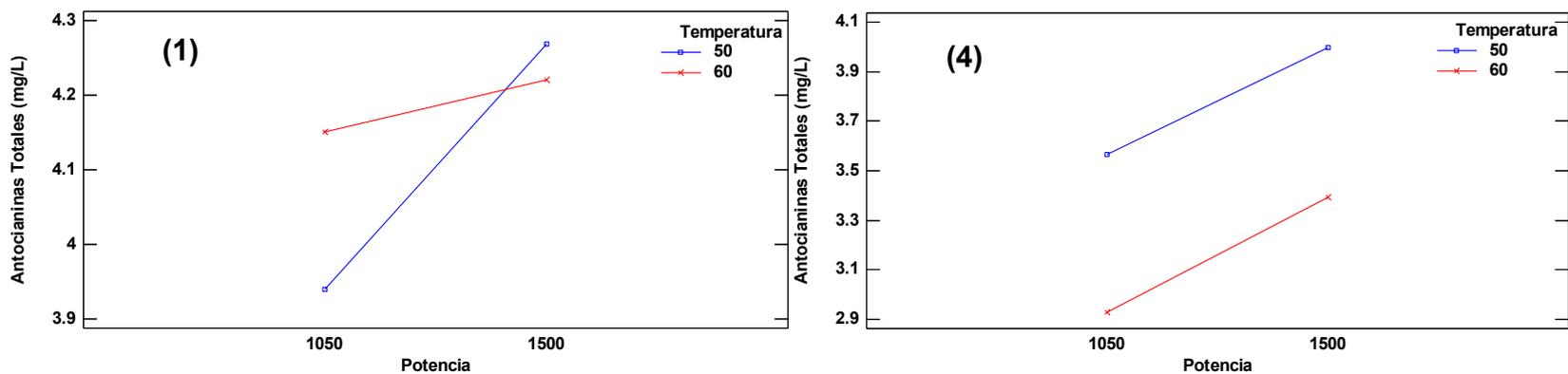


Figura 6. Gráficos de interacción para antocianinas totales, Día 0, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tiempo, (3) tiempo-temperatura; Día 15 (4) potencia-temperatura, (5) potencia-tiempo, (6) tiempo-temperatura.



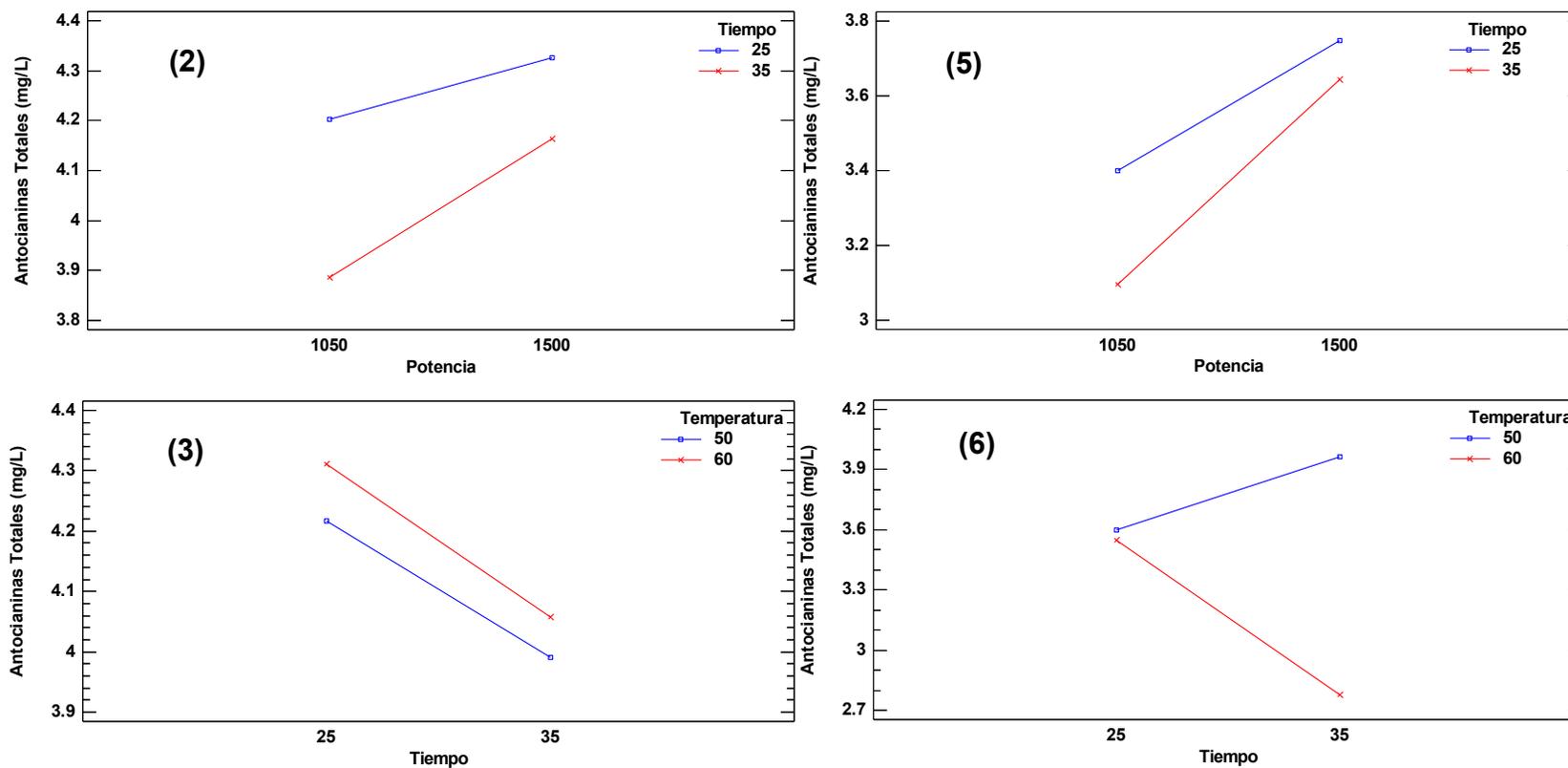


Figura 7. Gráficos de interacción para antocianinas totales Día 30, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tempo, (3) temperatura-tiempo; Día 45, (4) potencia-temperatura, (5) potencia-tempo, (6) temperatura tiempo.

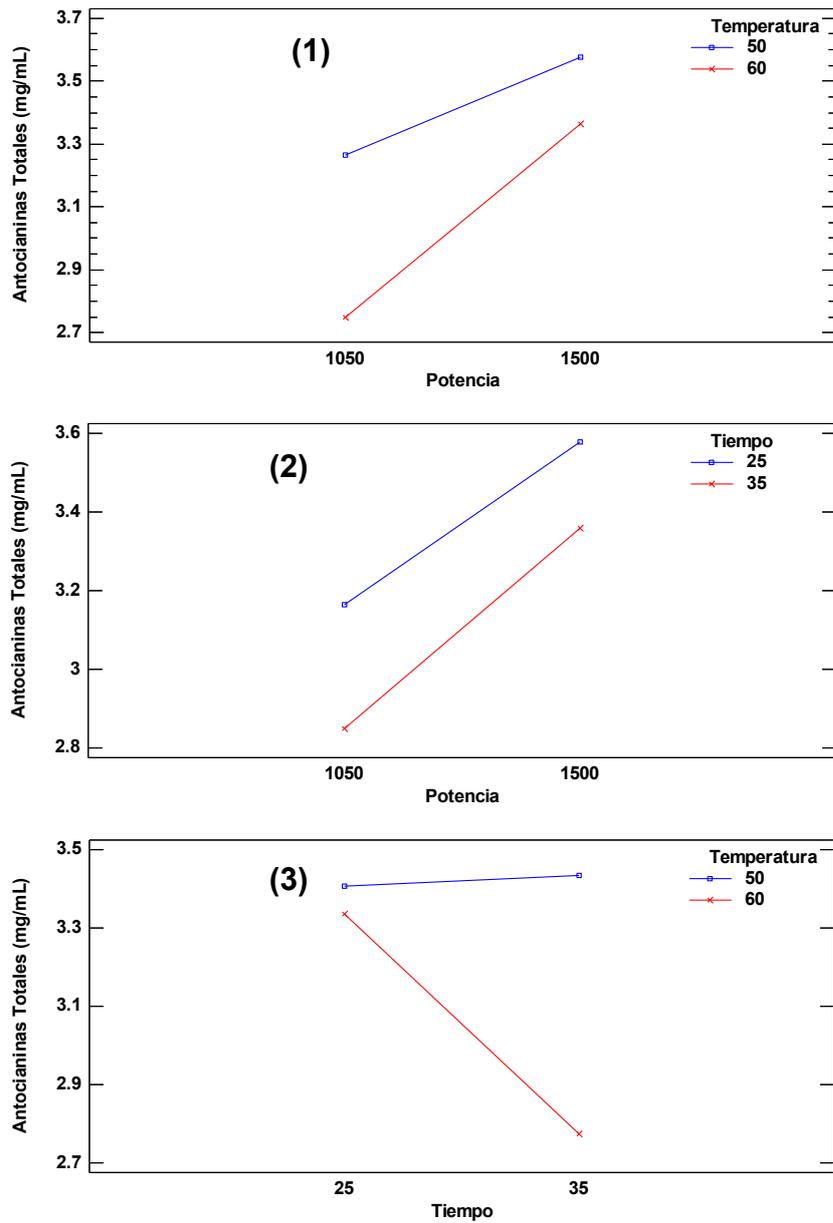
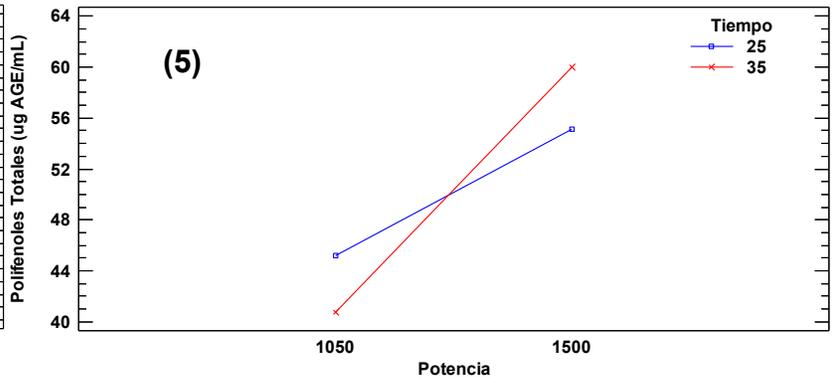
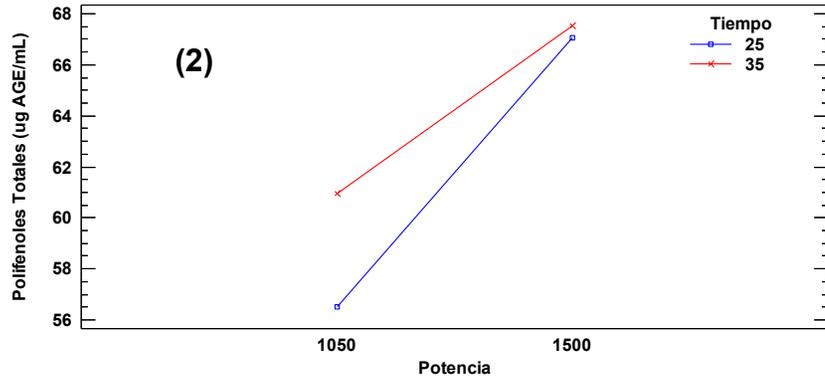
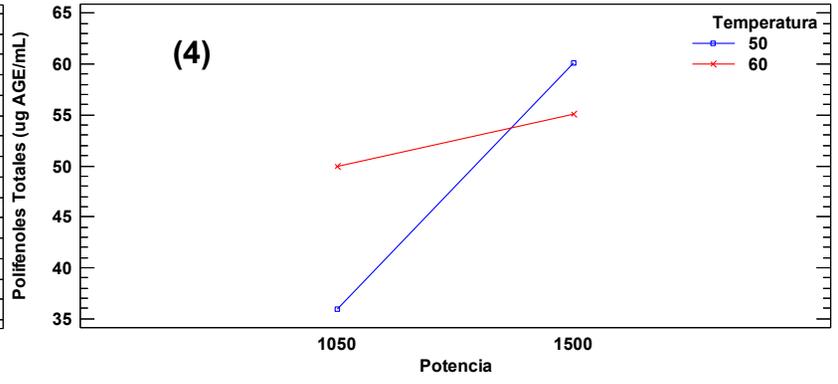
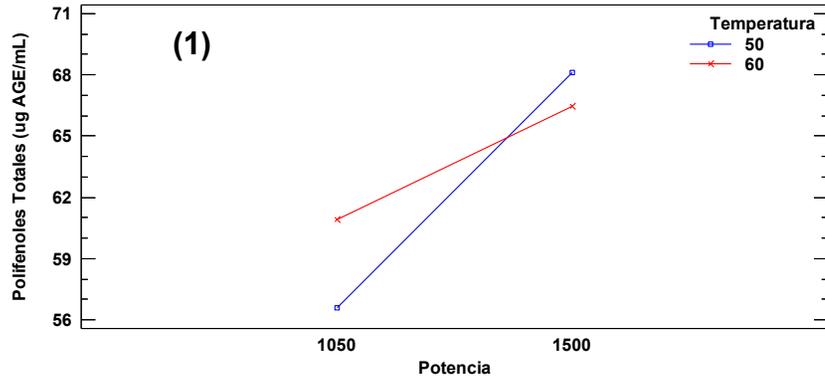


Figura 8. Gráficos de interacción para antocianinas totales del Día 60, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tiempo, (3) tiempo-temperatura.

Así mismo, se determinó la existencia de interacción de los factores (Figuras 6 - 8), lo cual podría explicar el diferido comportamiento de los valores de antocianinas.



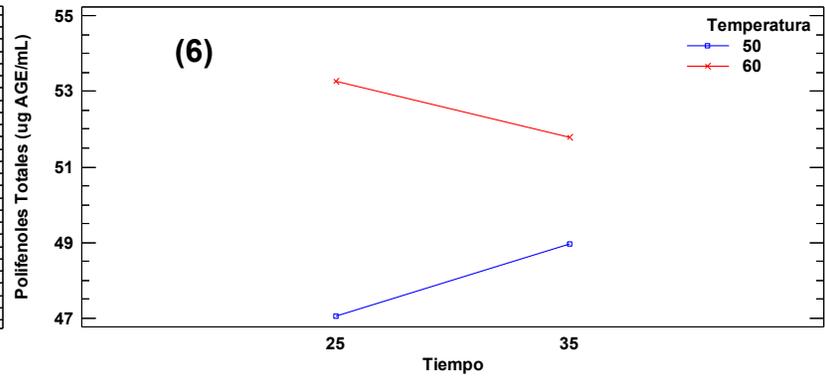
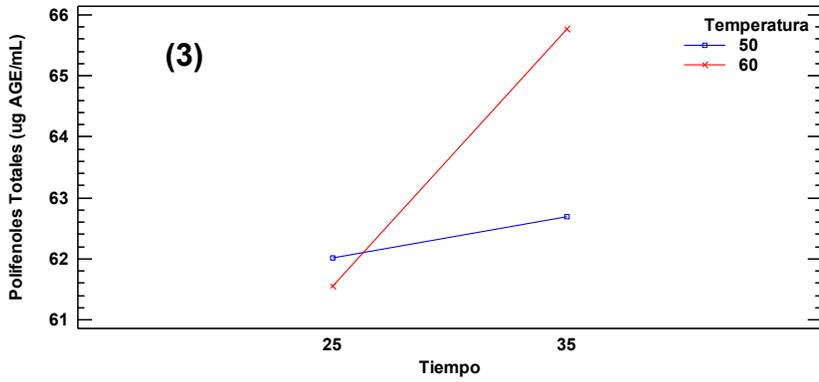
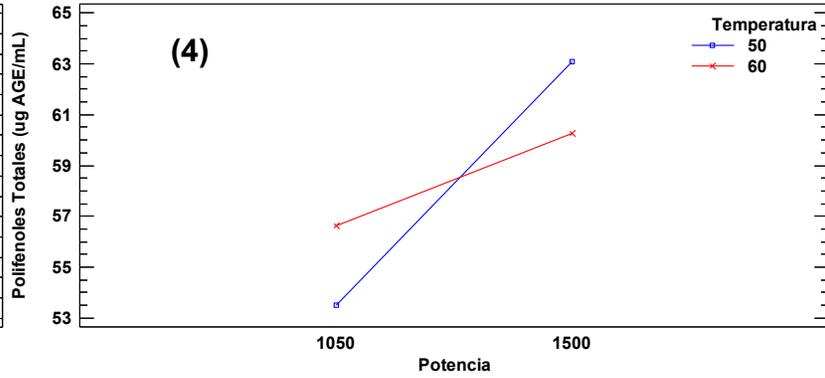
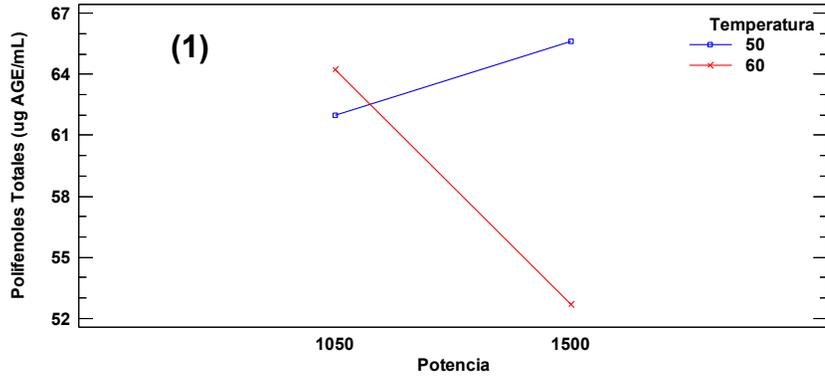


Figura 9. Gráficos de interacción para polifenoles totales del Día 0, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tiempo, (3) tiempo-temperatura; Día 15 (4) potencia-temperatura, (5) potencia-tiempo, (6) tiempo-temperatura.



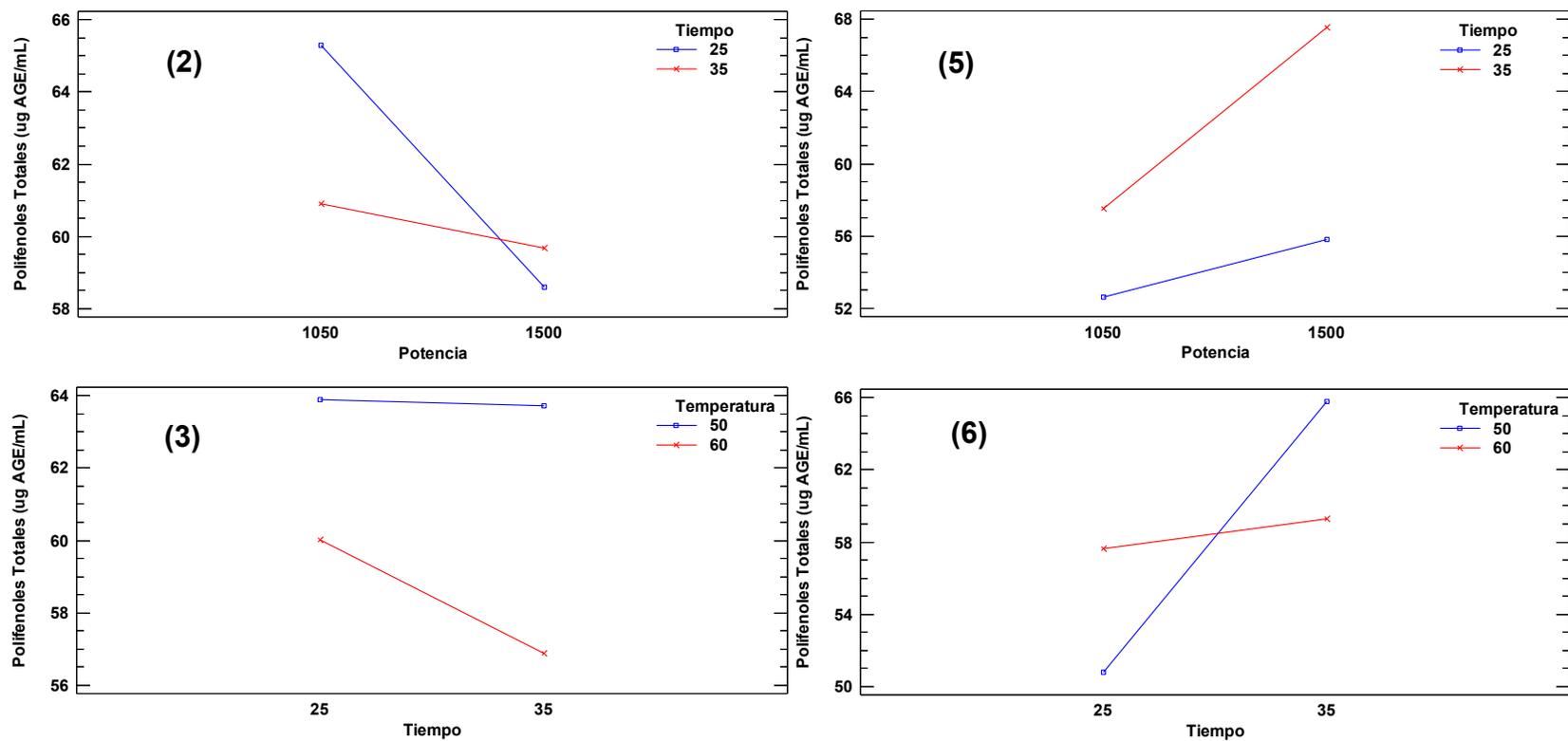


Figura 10. Gráficos de interacción para polifenoles totales del Día 30, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tiempo, (3) tiempo-temperatura; Día 45, (4) potencia-temperatura, (5) potencia-tiempo, (6) tiempo-temperatura.

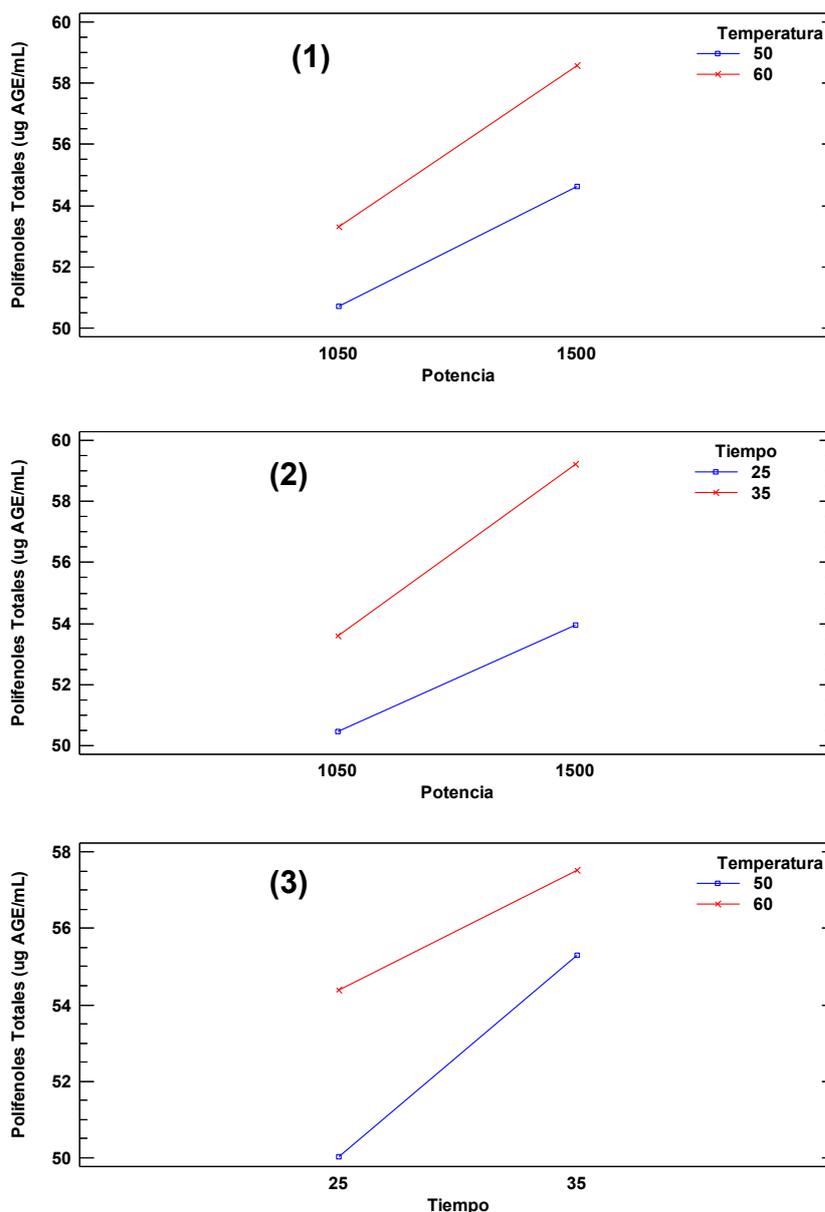


Figura 11. Gráficos de interacción para polifenoles totales del Día 60, (1) potencia-temperatura, (2) potencia-tiempo, (3) tiempo-temperatura.

El análisis conjunto de los factores, demostró que existe una fuerte interacción entre los mismos en sus distintos niveles (Ver Figuras 9 al 11), esto explica en parte la falta de un comportamiento definido del contenido de polifenoles respecto al tiempo de almacenamiento, lo cual también se observó para las antocianinas totales.

4.4. Evaluación de las características sensoriales durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

La evaluación sensorial demostró diferencias significativas para todas las muestras y atributos, con excepción del atributo aspecto general de las muestras almacenadas en refrigeración (5 °C).

De las pruebas Friedman se logró determinar el mejor tratamiento según las valoraciones de los panelistas, siendo el ganador T₈ seguido de T₇ y no encontrándose diferencias entre los demás tratamientos, para las muestras refrigeradas (Ver Tabla 34 a 36). En el caso de muestras almacenadas a 30 °C, los tratamientos T₈, T₇ y T₆, no presentaron diferencias situándose como los ganadores con respecto al resto de tratamientos (Ver Tabla 31 a 33).

4.4.1. Evaluación de olor a 30 °C

hay diferencias significativas, de los cuales se muestra los mejores tratamientos T₈, T₇, T₆, como muestra la Tabla 31.

Tabla 31. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
7. Excelentemente agradable	T ₈	5,00	7,00	a
6. Muy agradable	T ₇	5,00	7,00	a
5. Agradable	T ₆	5,00	7,00	a
4. Indiferente	T ₂	4,00	4,00	b
3. Desagradable	T ₁	4,00	4,00	b
2. Muy desagradable	T ₃	3,00	2,00	c
1. Pésimamente desagradable	T ₄	3,00	2,00	c
	T ₅	3,00	2,00	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.4.2. Evaluación de sabor a 30 °C

hay diferencias significativas, de los cuales se muestra los mejores tratamientos T₈, T₇, T₆, que está en la Tabla 32.

Tabla 32. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
7.Excelentemente agradable	T ₈	5,00	7,00	a
6. Muy agradable	T ₇	5,00	7,00	a
5. Agradable	T ₆	5,00	7,00	a
4. Indiferente	T ₁	3,00	3,00	b
3. Desagradable	T ₂	3,00	3,00	b
2. Muy desagradable	T ₃	3,00	3,00	b
1.Pésimamente desagradable	T ₄	3,00	3,00	b
	T ₅	3,00	3,00	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.4.3. Evaluación de aspecto general a 30 °C

Se observa los mejores tratamientos T₈, T₇, T₆ con una escala hedónica de uniforme como se muestra en la Tabla 33. Hay diferencias significativas.

Tabla 33. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
2. uniforme 1.presencia de materia orgánica	T ₈	2,00	7,00	a
	T ₇	2,00	7,00	a
	T ₆	2,00	7,00	a
	T ₁	1,00	3,00	b
	T ₂	1,00	3,00	b
	T ₃	1,00	3,00	b
	T ₄	1,00	3,00	b
	T ₅	1,00	3,00	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.4.4. Evaluación de olor a 5 °C

Demostó diferencias significativas para todos los tratamientos de la bebida de arándano evaluadas por los panelistas, como se muestra la Tabla 34.

Tabla 34. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
7.Excelentemente agradable	T ₈	6,00	9,00	a
6. Muy agradable	T ₇	6,00	8,00	b
5. Agradable	T ₂	5,00	4,00	c
4. Indiferente	T ₁	5,00	4,00	c
3. Desagradable	T ₀	5,00	4,00	c
2. Muy desagradable	T ₃	5,00	4,00	c
1.Pésimamente desagradable	T ₆	5,00	4,00	c
	T ₅	5,00	4,00	c
	T ₄	5,00	4,00	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.4.5. Evaluación de sabor a 5 °C

Demostó diferencias significativas para todos los tratamientos de la bebida analizados por los panelistas y datos estadísticos como se observa la tabla 35

Tabla 35. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
7.Excelentemente agradable	T ₈	7,00	9,00	a
6. Muy agradable	T ₇	6,00	8,00	b
5. Agradable	T ₂	5,00	4,00	c
4. Indiferente	T ₁	5,00	4,00	c
3. Desagradable	T ₀	5,00	4,00	c
2. Muy desagradable	T ₃	5,00	4,00	c
1.Pésimamente desagradable	T ₆	5,00	4,00	c
	T ₅	5,00	4,00	c
	T ₄	5,00	4,00	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.4.6. Evaluación de aspecto general a 5 °C

No hay diferencias significativas para todos los tratamientos son iguales los tratamientos en refrigeración evaluado con panelistas y con la ayuda de software de estadísticas, se observa en la Tabla 36.

Tabla 36. Prueba de Friedman para muestras almacenadas

Escala hedónica	Tratamientos	Promedio evaluación sensorial	Rango promedio Friedman	Clasificación $\alpha=0,05$
2. uniforme 1.presencia de materia orgánica	T ₅	2,00	5,00	a
	T ₆	2,00	5,00	a
	T ₇	2,00	5,00	a
	T ₈	2,00	5,00	a
	T ₄	2,00	5,00	a
	T ₀	2,00	5,00	a
	T ₁	2,00	5,00	a
	T ₂	2,00	5,00	a
	T ₃	2,00	5,00	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

V. DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la materia prima (Arándano)

Los resultados mostrados en la Tabla 13, presenta un peso promedio de $1,17 \pm 0$ gramo, un diámetro de $11,91 \pm 2$ mm, una longitud de $7,64 \pm 0$ mm, sólidos solubles de $8,08 \pm 0$ °brix, PH de $4,03 \pm 0$, acidez titulable de $0,40 \pm 0$ % ácido cítrico, Comparando los resultados de calibración del arándano presentado por Falcón y Daza, (2015). Las bayas de la fruta de arándano presentan un promedio de 0,10-2,0 y diámetro de 5,0-12,5 mm.

Comparando los resultados presentado por Romero, (2017). La fruta de arándano presenta ph de 3,8 y sólidos solubles de 8 ha 16 °Brix, acidez 2 % ácido cítrico.

Comparando con Pinedo Montoya, (2018). Las características de la fruta de arándano presentan peso de 0,80 a 2,80 gramos, diámetro 1 ha 3,2 cm, sólidos solubles 10 a 17 °Brix, PH de 2,8 a 3,50, acidez 0,40 a 1,31 % de ácido cítrico.

los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos, hay algunas variaciones en comparación de resultados debido a condiciones edafoclimáticas.

5.2. Evaluación microbiológica durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

La presencia de microorganismos en todos los tratamientos fue evidente a partir del día 60, excepto para el testigo (T_0), es cual se deterioró por completo antes de los 15 días, razón por la cual solo se cuenta con datos del día 15; los datos se detallan en la Tabla 21.

Del análisis estadístico, se encontró diferencias significativas entre tratamiento para todos los microorganismos, asimismo se evidencio un mejor desempeño del ultrasonido al emplear los factores en sus niveles máximos (ver Tabla 20). En el caso de aerobios mesófilos, el factor temperatura resulto no ser significativo para el día 60, de forma similar para coliformes totales el tiempo; para mohos y levaduras todos los factores tuvieron significancia lo que indicaría que los mismos son mucho más sensible al tratamiento por ultrasonido en comparación con los aerobios y coliformes.

En mohos y levaduras se encontraron interacciones dobles y triple para los factores, sin embargo, para aerobios no se hayo interacción entre potencia y temperatura, asimismo con respecto a coliformes no se evidencio una interacción triple (potencia-temperatura-tiempo).

5.2.1. Coliformes totales

Por consiguiente, los resultados se ven presencia en el tratamiento T₀ antes de los 15 días, no se ve la presencia en los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈ de coliformes totales, lo que quiere decir que, el ultrasonido asegura la muerte de estas bacterias.

Por otro lado, según MINSA, (2008) menciona en la Resolución Ministerial en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano los microorganismos que se deben tener en cuenta para bebidas no carbonatadas, no deben exceder de 0 UFC/ml.

Según Ugarte - Romero *et. al.*, (2006), citado por Atencia y Picón, (2016) investigaron los efectos de tratamientos de ultrasonido sobre la morfología de E. coli K12 mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM). Ellos observados a una sonicación a 40 °C durante 3 min causaron cambios significativos en la morfología celular en comparación con células de control. La sonicación inducida deteriora la superficie celular que puede ser un resultado de la alta velocidad microjets generados durante el colapso de la burbuja de cavitación. Ruptura de la estructura celular y los componentes funcionales de las células microbianas que conducen a la lisis celular.

5.2.2. Mohos

De acuerdo a los resultados se ve presencia de mohos, en los tratamientos T₀, en 15 días T₁, T₂ y T₃, en 60 días y no se ve la presencia en los tratamientos T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, lo que quiere decir que, el ultrasonido asegura la muerte de estos microorganismos y/o evita la presencia de estos.

Por otro lado, según MINSA, (2008) menciona en la Resolución Ministerial en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e

inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano los microorganismos que se deben tener en cuenta para bebidas no carbonatadas, no deben exceder de 10 UFC/ml.

Khandpur y Gogate, (2015) mencionan que los patrones de crecimiento microbiano fueron monitoreados durante 8-10 semanas de almacenamiento a una temperatura de 4 °C. Las cuatro muestras de jugo de fruta, incluyendo dos zumos naranjas y lima dulce (Mosambi) y dos jugos de vegetales de zanahoria y espinaca que se emplearon los jugos de espinaca para el análisis. La proyección fue para diversos microorganismos y los resultados confirmaron la presencia de bacterias, levaduras y mohos en todas las muestras de jugos. Las pruebas de tinción Gram revelaron que la sospecha de organismos en las muestras fue de *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Lactobacillus*, *Salmonella enteritidis*, levaduras, mohos, etc. mostrándose el efecto en el tiempo de almacenamiento del número de UFC/ml para los diferentes jugos procesados en base a los tratamientos con aplicación de calor, ultra sonido y ultra violeta. Considerando que la esterilización se aplicó a una potencia de ultrasonidos de 100 W a un tiempo de tratamiento de 15 min a una Operación de frecuencia de 20 khz.

5.2.3. Aerobios mesófilos

De acuerdo a los resultados se registra una presencia de aerobios mesófilos en el tratamiento T0 no es muy adecuado al momento de eliminar la carga microbiana a límites aceptables como puede verse antes de 15 días, lo que quiere decir que, el ultrasonido asegura la muerte de estas bacterias en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8.

Por otro lado, según MINSA, (2008) menciona en la Resolución Ministerial en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano los microorganismos que se deben tener en cuenta para bebidas no carbonatadas, no deben exceder de 100 UFC/ml, el cuál fue excedido en el día 15. Descartándose automáticamente el T0 con respecto al resto.

Hay una gran variabilidad en relación con la resistencia de los diferentes sonicados en microorganismos. En general las esporas son más resistentes a los efectos de cavitación que las células vegetativas; los hongos son más resistentes que las

bacterias; aerobios son más resistentes que los anaerobios; y tienen mayor resistencia los cocos de los *Bacillus* debido a la relación de superficie de la célula y el volumen (Chandrapala *et. al.*, 2012), citado por Atencia y picón (2016).

5.2.4. Levaduras

De acuerdo a los resultados se registra presencia de levaduras, en las muestras del tratamiento T₀ a los 15 días, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ en los 60 días fue muy pobre al momento de eliminar la carga microbiana a límites aceptables lo que quiere decir que, el ultrasonido asegura la muerte de estas bacterias en los tratamientos T₆, T₇, T₈.

Por otro lado, según MINSA, (2008) menciona en la Resolución Ministerial en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano los microorganismos que se deben tener en cuenta para bebidas no carbonatadas, no deben exceder de 10 UFC/ml, el cuál fue excedido en el tratamiento T₀ a los 15 días y T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ en los 60 días. Descartándose automáticamente el T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ con respecto al resto.

Abid, Jabbar,Wu, *et. al.*, (2014), citado por Atencia y Picón, (2016), en la aplicación de ultrasonido a 25 khz a 20 °C por 60 min, presentó 1,3 Log de crecimiento en levaduras y mohos.

5.3. Evaluación de antocianinas y polifenoles durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

Para todos los tratamientos el contenido de antocianinas totales decreció conforme mayor fue el tiempo de almacenamiento, siendo T₄ y T₇ los tratamientos que registraron la mayor y menor variación (62,07 % y 37,29%, respectivamente).

Se evidencio un efecto significativo de todos los factores evaluados (potencia, tiempo y temperatura) respecto al contenido de antocianinas totales para los diferentes días evaluados (Ver Tabla 29). Siendo T₃ el que presento un mayor contenido inicial (Día 0) de antocianinas totales y T₇ al final del estudio (Día 60). Así mismo, se determinó la existencia de interacción de los factores (Figuras 8 - 10), lo cual podría explicar el diferido comportamiento de los valores de

antocianinas totales analizados bajo la prueba de Tukey para los diferentes días, así tenemos que para el Día 0 T₃ es el mejor tratamiento, para D15 son T₇, T₈ y T₅; D30 T₅, D45 T₈ y D60 T₇ (Ver Tabla 28)

Como se ha mostrado en los estudios de extracción y de degradación de antocianinas durante el calentamiento, la temperatura fue un factor que influyó significativamente. Es por tanto lógico pensar que este parámetro puede resultar importante durante el almacenamiento de los extractos. Así, Martínez *et al.*, (2011) citado por Zapata, (2014).

en coincidencia con lo publicado por otros autores, que señalan que temperaturas elevadas ocasionan una degradación de antocianinas monoméricas debido a su fácil oxidación, provocando degradación de color y pérdidas en el valor nutricional de productos alimenticios Sarkis Jr. *et al.*, (2013) citado por Zapata *et al.*, (2016).

La disminución de la antocianina de 62.07% y 37.29% obtenida en el presente estudio fue ligeramente superior al obtenido por Pozo-Insfran *et al.*, (2006) citado por Zapata *et al.*, (2016) quienes reportaron una pérdida de 24% de antocianinas durante la pasteurización de jugo de uva a 75 °C durante 15 s.

Los valores coinciden con autores como Prior *et al.*, (1998), citado en Sandoval Quispe, (2018) quienes indican que el contenido de antocianinas tuvo una variación entre 92,62 y 235,41 mg cianidina-3-glucósido/100 g y Moyer *et al.*, (2002) citado en Sandoval Quispe, (2018) entre 72.98 y 429.89 mg cianidina-3-glucósido/100.

La reducción de antocianinas depende de diferentes causas como son: pH, contenido de ácidos orgánicos y azúcares, senectud del fruto y contenido de antocianinas Angioni *et al.*, (2011). citado en Sandoval Quispe, (2018)

El contenido de polifenoles totales para las diferentes factores y niveles evaluados se presentan en la Tabla 30, donde se evidencia que estos valores se ven afectados por el tiempo de almacenamiento, para todos los tratamientos presento una reducción significativa al final de la evaluación (Ver Tabla 28 y 30) con respecto al Día 0, teniendo variaciones en el rango de 6,83 % a 23,76 % (T₁ y T₇, respectivamente). Asimismo, se observó un “virtual” incremento de los valores de

polifenoles totales entre los días 30 y 45, con respecto a los días de evaluación previos, para todos los tratamientos.

El análisis conjunto de los factores, demostró que existe una fuerte interacción entre los mismos en sus distintos niveles (Ver Figuras 11 al 13), esto explica en parte la falta de un comportamiento definido del contenido de polifenoles respecto al tiempo de almacenamiento, lo cual también se observó para las antocianinas totales.

En paralelo Canchos Chipana, (2016). Los resultados obtenidos en contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en el zumo fueron de 3,474 mg Ácido Gálico/mi y 12,131 mg Trolox/ g de zumo de arándanos respectivamente. El valor más alto en capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales fue 4 horas, siendo 18,90 mg Trolox/ g de cáscara de arándanos y 16,40 mg Ácido Gálico/mi de extracto respectivamente. La cuarta y última etapa analizó el comportamiento de la capacidad antioxidante y fenoles totales a temperaturas de 40 hasta 80°C de los cuales se obtuvo que a temperaturas altas como 60, 70 y 80°C presentaron mayor contenido en fenoles totales (19,213; 26,522; 32,83 mg. Ácido Gálico/mi de extracto respectivamente).

Mientras tanto Barreto *et al.*, (2016) afirma sus resultados muestran que el contenido de polifenoles es mayor en arándanos deshidratados (en promedio 1011.5 mg GAE/100g) en comparación con otros productos analizados (379, 358.7 y 234 mg GAE/100g en pulpa de arándanos, arándanos frescos y zumos respectivamente). Por lo encontrado se menciona que las diferentes variedades de arándanos determinan el contenido de compuestos fenólicos. Los arándanos negros (*Vaccinium Myrtillus L.*) presentan mayor contenido de polifenoles que los arándanos rojos.

Por otra parte Su y Chien citado en Barreto *et al.*, (2016) determinan el contenido de polifenoles en zumo de arándanos negros, *V. Ashei* (Mississippi) de 86.7 mg/100 ml.

Seeram *et al.*, (2008) citado en Barreto *et al.*, (2016) obtienen 230 mg/100 ml de polifenoles totales en zumo de arándanos, *V. Corymbosum L.*, (EE. UU.).

Por su parte en un estudio realizado por Kalt *et al.*, (2000) citado en Barreto *et al.*, (2016) en productos de arándanos negros, *V. angustifolium* (Canadá) se determina un contenido de polifenoles en zumo de 79 mg/100ml. Se puede deducir

que el zumo de arándanos negros, *V. myrtillus L.*, presenta mayor contenido de polifenoles totales, al ser comparado con otras variedades, aunque no se indique en estos estudios el porcentaje de fruta.

Por otro lado, Taípe Quispe, V. (2018). Durante el almacenamiento por 3 meses en un almacén controlado de 87,5 HR y una temperatura promedio de 17 °C la pérdida de peso se dio en 24 % desarrolló más en los 61 a 90 días donde se perdió un 18,06 %. El descenso de las antocianinas a los 90 días es de 80,08 % con mayor concentración en los primeros 30 días, los polifenoles después de 30 días de almacenamiento incremento su concentración en un 59,84 % al cabo de los 90 días los polifenoles reducen hasta en 75,83 % de lo que pudo concentrarse en el primer mes. La capacidad antioxidante se degrada durante los 60 primeros días de almacenamiento hasta un 29,85 %, los 30 últimos días se apreció un incremento en la capacidad de antioxidante con respecto al evaluado a los 60 días de almacenamiento con incremento fue de 24,73 %.

Por otra parte, Villanueva *et al.*, (2010). El extracto de la cáscara de Camú Camú de la muestra madura fresca mostró las concentraciones más elevadas de ácido ascórbico y antocianinas en relación al pintón y verde, con 21,95 mg.g⁻¹ cáscara, y 46,42 mg.L⁻¹ de cianidin-3-glucósido, respectivamente, mientras que el extracto de la cáscara seca del pintón mostró el mayor valor de ácido ascórbico y polifenoles totales con 53,49 mg.g⁻¹ muestra y 7,70 mg de Ac. Gálico/g muestra. La mayor actividad antioxidante, fue en los extractos de la cáscara seca de muestra pintón, con IC₅₀ = 46,20; 20,25 y 8,30 µg.mL⁻¹ frente a los radicales DPPH, ABTS⁺ y Peroxilo respectivamente.

Canchos Chipana, (2016). Afirma la cáscara presenta mayor contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante respecto al zumo y el fruto entero fresco, debido a la aplicación de parámetros de extracción (solvente, materia prima/solvente., tiempo y temperatura,

Taípe Quispe, V. (2018). menciona el tiempo de almacenamiento influye significativamente en las concentraciones de contenido de agua, antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante.

5.4. Evaluación de las características sensoriales durante el almacenamiento de la bebida de arándano con aplicación ultrasónica

La evaluación sensorial demostró diferencias significativas para todas las muestras y atributos, con excepción del atributo aspecto general de las muestras almacenadas en refrigeración (5 °C).

De las pruebas Friedman se logró determinar el mejor tratamiento según las valoraciones de los panelistas, siendo el ganador T₈ seguido de T₇ y no encontrándose diferencias entre los demás tratamientos, para las muestras refrigeradas (Ver tabla 34, 35, 36). En el caso de muestras almacenadas a 30 °C, los tratamientos T₈, T₇ y T₆, no presentaron diferencias situándose como los ganadores con respecto al resto de tratamientos (Ver Tabla 31, 32, 33).

5.4.1. Sabor

En cuanto al estudio de sabor realizado en laboratorio Bio Vital resaltan los tratamientos a 5°C T₈ excelentemente agradable, T₇ muy agradable y agradable los tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆ los que conservaron sus características de sabor hasta 60 días.

Tratamientos a 30°C T₆, T₇, T₈ resultaron agradables y los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, resultaron desagradables debido a almacenamiento en pruebas aceleradas a 30°C en estufas.

Moncada *et. al.*, (2010), menciona que, la mayoría de los compuestos de sabor presentes en la leche fresca normal con aplicación ultrasónica, son compuestos de carbonilo, cetonas, ésteres, terpenos, aldehídos, ácidos grasos libres, y compuestos de azufre.

Por otro lado, INDECOPI, (2009), menciona que, en los criterios de calidad, en cuanto a las características sensoriales que, las bebidas de frutas deberán de tener el color, aroma y sabor característicos del jugo del mismo tipo de fruta de la cual proceden.

5.4.2. Olor

En cuanto al estudio de olor realizado en laboratorio Bio Vital resaltan los tratamientos a 5°C T₈ y T₇ muy agradable y agradable los tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆ los que conservaron sus características de olor hasta 60 días.

Tratamientos a 30°C T₆, T₇, T₈ resultaron agradables, los tratamientos T₁, T₂, resultaron indiferente y los tratamientos T₃, T₄, T₅, resultaron desagradables debido a almacenamiento en pruebas acelerado a 30°C en estufas.

5.4.3. Aspecto general

En cuanto al estudio de aspecto general realizado en laboratorio Bio Vital resaltan los tratamientos a 5°C T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈ uniformes los que conservaron sus características de aspecto general hasta 60 días.

Tratamientos a 30°C T₆, T₇, T₈ resultaron uniforme, los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, resultaron con presencia de materia orgánica debido a su almacenamiento en pruebas acelerado a 30°C en estufas.

Khandpur y Gogate, (2015) menciona, que, es un importante atribuir en la orientación de la percepción del jugo en el consumidor. El efecto de diferentes tecnologías térmicos y no térmicos sobre el color de los jugos se muestra en los términos de Hunter L/, a/ y los valores b. Se puede observar de los datos presentados que, para el caso de jugo de zanahoria y lima dulce, los zumos recién exprimidos durante almacenamiento mostraron cambios de color durante el período de almacenamiento que se puede atribuir a la degradación de los carotenoides, antocianinas, vitaminas y otros componentes.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados de la investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

Se determino la influencia de ultrasonido los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C), son los que alcanzaron los 60 días de duración con respecto a las cargas microbianas, siendo el (1050 w, 35 min, 50 °C), (1050 w, 25min, 50 °C), (1050 w, 25 min, 60 °C), (1050w, 35min, 60 °C), (1050 w, 25 min, 60 °C) el que sufrió deterioro antes de 60 días con mohos y levaduras siendo aceptables para el caso de los límites Aerobios mesófilos y coliformes.

El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de antocianinas totales (mg de cianidin-3-glucósido/mL) así tenemos que para el Día 0 (1050 w, 25 min, 60 °C), es el mejor tratamiento, para D15 (1500 w, 25 min, 50 °C), D30 (1500 w, 25 min, 60 °C) , D45 (1500 w, 35min, 50 °C) y D60 (1500 w, 25 min, 50 °C). Para todos los tratamientos el contenido de antocianinas totales decreció conforme mayor fue el tiempo de almacenamiento.

El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de polifenoles totales (μg de AGE/mL) así tenemos para el Día 0 (1500 w, 35 min, 50 °C) y Dia 45 (1500 w, 35 min, 50 °C), es el mejor tratamiento por la cantidad de polifenoles totales obtenidos, para las diferentes factores y niveles evaluados se evidencia que estos valores se ven afectados por el tiempo de almacenamiento.

Se determino la influencia de aplicación de ultrasonido en las mejores características sensoriales con respecto al sabor, olor y aspecto general lo registraron en 5 °C los tratamientos (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C) y 30 °C los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C), que preservaron sus características aceptables.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados, discusiones y conclusiones de la investigación, planteamos las siguientes recomendaciones.

Caracterizar el contenido de antocianinas en las bayas de arándano, además de las diferentes variedades que se cultivan en la región como la variedad Misty, Emerald, Elliot y otras variedades highbush.

Evaluar la duración de las bebidas de frutas con otras tecnologías emergentes como los pulsos lumínicos, campos magnéticos, calentamiento Óhmico.

Evaluar el contenido de antocianinas y polifenoles a menor tiempo, menor temperatura y alta potencia.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aadil, R. M., Zeng, X. A., Han, Z., & Sun, D. W. (2013). Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. *Food Chemistry*, 141(3), 3201-3206.
- Alcántara, Y. S. T., & Ruiz, J. M. V. (2015). Cinética de la degradación de compuestos fenoles y antocianinas en una bebida funcional a base de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.). *ingeniería: ciencia, tecnología e innovación*, 2(2), 7-7.
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), 191-200.
- Atencia, D; Picón, E. (2016). Evaluación del contenido de vitamina c, b-caroteno y las características microbiológicas durante el almacenamiento en la bebida de aguaymanto (*Physalis peruviana*) con aplicación ultrasónica: tesis ing. Huánuco Perú, universidad Hermilio Valdizan. pag. 8.
- Barreto, M. A., Cánoves, A. F., & Más, M. J. E. (2016). Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados.
- Burgos Aguilar, M. P., Ahuanari, I., & Alexander, E. (2017). Estudio de estabilidad de antocianinas en el extracto optimizado de *Vaccinium corymbosum* L.(Arándano), diciembre 2016.
- Canchos Chipana, C., Veramendi, R., & Eva-gina, J. (2016). Determinación de capacidad antioxidante y fenoles totales en zumo y cáscara de *Vaccinium corymbosum*, arándanos del valle de cañete.
- Castillo Zamudio, R. I. (2015). Inactivación microbiana en matrices cárnicas mediante fluidos supercríticos asistidos por ultrasonidos de potencia (Doctoral dissertation).
- CODEX, S. (2005). STAN 247-(2005). codex gen. stand. fruit juices and nectars. rome: food and agriculture organization
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212.

- Cosavalente Burgos Kevin Steve. (2015). Relación entre el contenido de antocianinas totales y su capacidad antioxidante in vitro de extractos de diferente grado etanólico del fruto de *vaccinium corymbosum* “arándano”: informe de prácticas preprofesionales para optar el título profesional de químico farmacéutico. Trujillo, Perú. universidad de Trujillo. pág.
- Cuñe, C. C. C. (2009). Aplicación de ultrasonido en alimentos (doctoral dissertation, universidad nacional de Trujillo).
- Esteves Mar, A. I. (2016). Efecto del consumo de un jugo de frutos rojos y uva rico en polifenoles procesado con ultrasonido en ratas wistar con diabetes inducida (en línea). tesis. maestro en alimentos, xalapa, Veracruz, universidad de veracruzana. consultado el 05 de abril de (2019). disponible en <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42617>
- Falcon Romero, P. E. (2017). Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida fermentada a partir de arándano (*Vaccinium Myrtillus L*) al estado maduro.
- Falcón, F., Giovanni, E., & Calixto daza, W. (2015). Aceptabilidad del vino de arándano (*vaccinium mehdionale*) elaborado con los parámetros óptimos en la ciudad de Huánuco (en línea). tesis. ing. agroindustrial Huánuco, Perú, UNHEVAL. consultado el 02 de abril de (2019). disponible en <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/unheval/1688>
- Fuchs, Doris, Katharina Glaab, Agni Kalfagianni y Richard Meyer-Eppler. (2010). —retail governance and agrifood. sustainability: insights and research needsll, münster, (2010) (sustainable governance discussion paper 01/2010). fuente: http://www.hielscher.com/es/water_disinfection.htm
- Godoy, A. (2004). Conservación de dos variedades de arándano alto en condiciones de frío convencional. facultad de ciencias agrarias, universidad nacional de mar de plata. buenos aires – argentina.
- INDECOPI, N. T. P. 203.110. (2009). Norma técnica peruana. instituto nacional de defensa del consumidor y de la propiedad intelectual. para jugos, néctares y bebidas de fruta. lima, Perú.
- Izcalli, C. (2010). La prueba de ultrasonido proyecto papime desarrollo e implementación de prácticas sobre pruebas no destructivas y material didáctico asociado para el laboratorio de tecnología de materiales de la fes-cauitlán. clave pe101110. consultado 19 de marzo (2019) (en línea).

disponible en página
web:http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/prueba%20de%20ultrasonido.pdf

Khandpur, P., Gogate, P.R. (2015). Evaluation of ultrasound-based sterilization approaches in terms of shelf life and quality parameters of fruit and vegetable juices. *ultrasonido sonochemistry* 29: 337-353.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.10.008>

Mendoza Alván, C. G. (2014). Efecto de la dosis de irradiación uv-c y tiempo de almacenamiento a 1° c sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general de arándanos (*vaccinium corymbosum* l.) cv. biloxi (en línea). tesis ing. alimentario, trujillo, peru, universidad privada antenor orrego. consultado 03 de abril (2019). disponible en
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/818/1/mendoza_cynthia_dosis_irradiación_c.pdf

Mendoza Galván, CG. (2014). Efecto de la dosis de irradiación uv-c y tiempo de almacenamiento a 1 °c sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general de arándanos (*vaccinium corymbosum* l.) cv. biloxi: tesis ing. Trujillo, Perú, universidad privada antenor orrego. pag.xi.

Meneses rojas, I., & Vásquez Cuéllar, M. A. (2016). Influencia de los niveles de encapsulante y temperatura en la obtención de arándanos silvestre (*vaccinium floribondium*) en polvo por atomización (en línea). tesis. ing. agroindustrial Huánuco, Perú, UNHEVAL. consultado el 02 de abril de (2019). disponible en <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/unheval/1682>

Moncada Reyes, Marvin I. Aryana, Kayanush. Zhimin Xu, J. Boeneke, Charles A. Abdallah, Ahmed Moursy., Baton Rouge. (2010). influence of sonication on some volatile compounds in whole milk. institute of food technologists. presentation number: 184-07. louisiana state univ chicago – ee. uu. disponible en:
<http://www.abstractsonline.com/plan/viewabstract.aspx?mid=2525&skey=726b27fc-ad1e-4c43-9e64-96e6fc8ea3ea&ckey=325c802f-d800-4037-9516-0257959a6fec&mkey={64c55c22-d314-40a2-98b8-3ce298279ec7}#>

- Nº, R. M. Nº 591-2008/MINSA. Norma sanitaria que establece criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano.
- Pasin, B. L., Azón, C. G., & Garriga, A. M. (2012). Microencapsulación con alginato en alimentos. técnicas y aplicaciones. revista venezolana de ciencia y tecnología de alimentos, 3(1), 130-151.
- Pinedo Montoya, S. K. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándanos y otras especies del género *Vaccinium*.
- Pisco Mendo, E. O. (2013). Estudios sobre la aplicación de ultrasonido en el procesamiento de alimentos (en línea) tesis ing agroindustrial. Trujillo Peru, universidad nacional de Trujillo, consultado el 10 de abril (2019), disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7512/PISCO%20MENDO%2c%20Edgar%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Priscilla Sibaja I. (2015). Evaluación del efecto de la aplicación de tecnologías emergentes (ultrasonido y ultravioleta) sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de jugo de cas (*psidium friedrichsthalianum* (berg.) niedz.) y agua de pipa (*cocos nucifera* l.): tesis ing. ciudad universitaria rodrigo facio, costa rica, universidad de costa rica. pag. 16.
- Puentenueva-Murillo, S. (2014). Extracción de flavonoides de arándano rojo (en línea). tesis grado en química. tauja, universidad de jaén, consultado el 03 de abril (2019). disponible en http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/571/1/tfg_puentenuevamurillo.pdf
- Reyna Chávez, LL. (2015). Ultimas investigaciones realizadas usando ultrasonido como método de conservación en frutas y hortalizas mínimamente procesadas: tesis ing. trujillo, Perú, universidad nacional de trujillo. pag.5.
- Ribera, AE, Reyes-Díaz, M., Alberdi, M., Zuñiga, GE, y Mora, ML. (2010). los compuestos antioxidantes en la piel y la pulpa de las frutas cambian entre los genotipos y las etapas de madurez en arándanos (*vaccinium corymbosum* l.) cultivados en el sur de Chile. *diario de la ciencia del suelo y la nutrición de las plantas* , 10 (4), 509-536
- Riquelme, P. S. S. (2005). Elaboración de vino de arándano (*vaccinium corymbosum*) como materia prima para la producción de vinagre (en línea). tesis lic. alimentos valdivia, Chile, universidad austral de Chile. consultado

- en 31 de marzo de (2019). disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fas318e/doc/fas318e.pdf>.
- Sandoval Quispe, L. D. P. (2018). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso, contenido antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.
- Taipe Quispe, V. (2018). Evaluación del contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante de mashua morada (*tropaeolum tuberosum*) durante el almacenamiento de post cosecha.
- Terrones Gómez, J. L., & Díaz Santillán, L. F. (2016). Métodos de extracción del colorante de zea maiz 1.(maiz morado) para la elaboración de una bebida saludable.
- Varo Santos, M. D. L. Á. (2019). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de frutos rojos y bebidas elaboradas a partir de ellos.
- Vásquez, S., & Orfila, H. (2018). Influencia de liofilizado de tres estados de crecimiento de cushuro (*nostoc commune*) como estabilizante en la elaboración de néctar de piña (en línea). tesis. ing agroindustrial, Huánuco, Perú, UNHEVAL. consultado 03 de abril de (2019). disponible en <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/251628>
- Villanueva-Tiburcio, J. E., Condezo-Hoyos, L. A., & Asquiere, E. R. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh). *Food Science and Technology*, 30, 151-160.
- Wilches, R. S. (2015). Tecnologías no térmicas en el procesado y conservación de alimentos vegetales. revista colombiana de investigaciones agroindustriales, 2, 73-82.
- Zapata, I. (2014). Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria (doctoral dissertation).
- Zapata, L. M., Castagnini, J. M., Quinteros, C. F., Carlier, E., Veuthey, M. J., & Cabrera, C. (2016). Estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de jugos de arándanos. *vitae*, 23(3), 173-183.

IX. ANEXOS

RESULTADOS DE LABORATORIO

Tratamientos	Parámetro	Día (UFC/mL)				
		0	15	30	45	60
Fruto fresco sin procesar	Microorganismos aerobios mesófilos	80				
	Coliformes totales	0				
	Mohos	0				
	Levaduras	2				
T0	Microorganismos aerobios mesófilos	2	150			
	Coliformes totales	0	10			
	Mohos	0	20			
	Levaduras	0	20			
T1	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	12
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	39
	Levaduras	0	0	0	0	245
T2	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	8
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	41
	Levaduras	0	0	0	0	180
T3	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	18
	Coliformes totales	0	0	0	0	3
	Mohos	0	0	0	0	20
	Levaduras	0	0	0	0	67
T4	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	7
	Coliformes totales	0	0	0	0	1
	Mohos	0	0	0	0	0
	Levaduras	0	0	0	0	25
T5	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	3
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	0
	Levaduras	0	0	0	0	11
T6	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	0
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	0
	Levaduras	0	0	0	0	4
T7	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	0
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	0
	Levaduras	0	0	0	0	0
T8	Microorganismos aerobios mesófilos	0	0	0	0	0
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Mohos	0	0	0	0	0
	Levaduras	0	0	0	0	7

Anexo 1a. Análisis microbiológico laboratorio.



SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE ANÁLISIS No 19.06.20

I. SOLICITANTE:

RAZÓN SOCIAL RESPONSABLE	Bach. TUCTO SANTIAGO EWER TELIO.
DIRECCIÓN	El solicitantes
TELEFONO	Jr. Brasil s/n - Amarilis - Huánuco
	910 887039

II. INFORMACION DE SERVICIO:

MUESTRA	BEBIDA DE ARANDANOS (<i>Vaccinium corymbosum</i>)
CODIGO DE MUESTRAS	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈
NOMBRE DE TESIS	"Aplicación de Ultrasonido en la obtención de bebidas de Arandanos (<i>Vaccinium corymbosum</i>), para prolongar su vida útil"
PROCEDENCIA DE MUESTRA	Empresa KARBEL S.R.L.
FORMA Y PRESENTACION	8 Unidades de 150 mL/u Frascos de vidrio color ámbar esteril
FECHA DE PRODUCCION	NO REGISTRA
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Carlos Gayoso A. Blgo. Ricardo Ayala P.
FECHA DE INGRESO	2019-06-24
ANALISIS SOLICITADOS	MICROBIOLOGICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2019-06-24
FECHA TERMINO DE ENSAYO	2019-06-28
FECHA EMISION DE RESULTADOS	2019-06-28

III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA:

BASE TECNICA	AOAC - Standard Methods 21th Edition COMPOSICION Y ANALISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON 2da Edición 2011 R.M. 591-2008 N.T.S N° 071 MINSA/DIGESA Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo humano
--------------	--

NIVEL DE MUESTREO	Muestra prototipo
TIPO DE MUESTREO	Ensayo directo

*BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE



Jr. SINCHI ROCA N° 243 - Amarilis - Huánuco / RUC: 20573110022 / Telef. 951-640220

CODIGO DE MUESTRA T₁

PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	12	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	39	10
Levaduras	UFC/mL	245	10

CODIGO DE MUESTRA T₂

PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	8	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	41	10
Levaduras	UFC/mL	180	10

CODIGO DE MUESTRA T₃

PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	18	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	3	0
Mohos	UFC/mL	20	10
Levaduras	UFC/mL	67	10



BIOVital
Ricardo E. Ayala Poma
Microbiólogo

CODIGO DE MUESTRA T ₁			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	7	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	1	0
Mohos	UFC/mL	0	10
Levaduras	UFC/mL	25	10

CODIGO DE MUESTRA T ₂			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	3	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	0	10
Levaduras	UFC/mL	11	10

CODIGO DE MUESTRA T ₃			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	0	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	0	10
Levaduras	UFC/mL	4	10


RICARDO E. AYALA POMA
 INGENIERO MICROBIOLOGO

CODIGO DE MUESTRA T ₁			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	0	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	0	10
Levaduras	UFC/mL	0	10

CODIGO DE MUESTRA T ₂			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
Microorganismos Aerobios mesófilos	UFC/100mL	0	100
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	0	0
Mohos	UFC/mL	0	10
Levaduras	UFC/mL	7	10

HUÁNUCO 28 DE JUNIO DE 2019

EL PRESENTE DOCUMENTO ES NULO, CUANDO SE REALIZA CORRECCIONES Y/O ENMENDADURAS
 EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 90 DIAS CALENDARIOS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISION
 PROHIBIDA SU COPIA TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.
 LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO SON DE EXCLUSIVIDAD DEL SOLICITANTE, NO VALIDO PARA TERCEROS.
 LOS RESULTADOS EMITIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO SOLO SON PARA EL TOTAL DEL LOTE MUESTREADO, NO ES COMPATIBLE PARA MUESTRAS SIMILARES.

Jr. SINCHI ROCA N° 243 - Amarilis - Huánuco / RUC: 20573110022 / Teléfono: #945649948

BIO Vital
SAC
Riordan E. Anala Poma
Analista de Laboratorio

Anexo 1b. Análisis microbiológico del estadístico.

DÍA 60 AEROBIOS MESÓFILOS

Variable	N	R ²	Aj	CV
DÍA 60 AE	24	0.97	0.96	21.39

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	996.63	7	142.38	72.70	<0.0001
Potencia	805.04	1	805.04	411.09	<0.0001
Tiempo	63.37	1	63.37	32.36	<0.0001
Temperatura	3.37	1	3.37	1.72	0.2078
Potencia*Tiempo	18.37	1	18.37	9.38	0.0074
Potencia*Temperatura	3.37	1	3.37	1.72	0.2078
Tiempo*Temperatura	77.04	1	77.04	39.34	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatur..	26.04	1	26.04	13.30	0.0022
Error	31.33	16	1.96		
Total	1027.96	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21111

Error: 1.9583 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	0.75	12	0.40	A
1050	12.33	12	0.40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21111

Error: 1.9583 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	4.92	12	0.40	A
25	8.17	12	0.40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21111

Error: 1.9583 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	6.17	12	0.40	A
60	6.92	12	0.40	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.95588

Error: 1.9583 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.		
1500	35	60	0.00	3	0.81	A	
1500	25	50	0.00	3	0.81	A	
1500	35	50	0.00	3	0.81	A	
1500	25	60	3.00	3	0.81	A	
1050	35	60	7.00	3	0.81		B
1050	25	50	12.00	3	0.81		C
1050	35	50	12.67	3	0.81		C
1050	25	60	17.67	3	0.81		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

DÍA 60 COLIFORMES TOTALES

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍA 60 COLF	24	0.73	0.61	122.47

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo.	28.67	7	4.10	6.14	
0.0013					
Potencia	4.17	1	4.17	6.25	
0.0237					
Tiempo	0.67	1	0.67	1.00	
0.3322					
Temperatura	4.17	1	4.17	6.25	
0.0237					
Potencia*Tiempo	4.17	1	4.17	6.25	
0.0237					
Potencia*Temperatura	10.67	1	10.67	16.00	
0.0010					
Tiempo*Temperatura	4.17	1	4.17	6.25	
0.0237					
Potencia*Tiempo*Temperatura..	0.67	1	0.67	1.00	
0.3322					
Error	10.67	16	0.67		
Total	39.33	23			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.70664

Error: 0.6667 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	0.25	12	0.24	A
1050	1.08	12	0.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.70664

Error: 0.6667 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	0.50	12	0.24	A
25	0.83	12	0.24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.70664

Error: 0.6667 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	0.25	12	0.24	A
60	1.08	12	0.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.30810*Error: 0.6667 gl: 16*

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	25	50	0.00	3	0.47	A
1050	35	50	0.00	3	0.47	A
1050	25	50	0.00	3	0.47	A
1500	35	60	0.00	3	0.47	A
1500	25	60	0.00	3	0.47	A
1500	35	50	1.00	3	0.47	A
1050	35	60	1.00	3	0.47	A
1050	25	60	3.33	3	0.47	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***DÍA 60 MOHOS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍA 60 MOHOS	24	0.99	0.99	13.62

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7109.29	7	1015.61	348.21	<0.0001
Potencia	3775.04	1	3775.04	1294.30	<0.0001
Tiempo	176.04	1	176.04	60.36	<0.0001
Temperatura	1365.04	1	1365.04	468.01	<0.0001
Potencia*Tiempo	176.04	1	176.04	60.36	<0.0001
Potencia*Temperatura	1365.04	1	1365.04	468.01	<0.0001
Tiempo*Temperatura	126.04	1	126.04	43.21	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatur..	126.04	1	126.04	43.21	<0.0001
Error	46.67	16	2.92		
Total	7155.96	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47803*Error: 2.9167 gl: 16*

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	0.00	12	0.49	A
1050	25.08	12	0.49	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47803***Error: 2.9167 gl: 16*

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	9.83	12	0.49	A
25	15.25	12	0.49	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47803***Error: 2.9167 gl: 16*

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	5.00	12	0.49	A
50	20.08	12	0.49	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.82774***Error: 2.9167 gl: 16*

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.		
1050	35	60	0.00	3	0.99	A	
1500	25	60	0.00	3	0.99	A	
1500	35	50	0.00	3	0.99	A	
1500	35	60	0.00	3	0.99	A	
1500	25	50	0.00	3	0.99	A	
1050	25	60	20.00	3	0.99		B
1050	35	50	39.33	3	0.99		C
1050	25	50	41.00	3	0.99		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

DIA 60 LEVEDURAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIA 60 LEVA 24		1.00	1.00	6.08

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	184419.17	7	26345.60	1576.79	<0.0001
Potencia	92008.17	1	92008.17	5506.72	<0.0001
Tiempo	181.50	1	181.50	10.86	0.0046
Temperatura	39690.67	1	39690.67	2375.50	<0.0001
Potencia*Tiempo	181.50	1	181.50	10.86	0.0046
Potencia*Temperatura	43690.67	1	43690.67	2614.90	<0.0001
Tiempo*Temperatura	5400.00	1	5400.00	323.19	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatur..	3266.67	1	3266.67	195.51	<0.0001
Error	267.33	16	16.71		
Total	184686.50	23			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.53759

Error: 16.7083 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	5.33	12	1.18	A
1050	129.17	12	1.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.53759

Error: 16.7083 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	64.50	12	1.18	A
35	70.00	12	1.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.53759

Error: 16.7083 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	26.58	12	1.18	A
50	107.92	12	1.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.55492

Error: 16.7083 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	25	50	0.00	3	2.36	A
1500	35	60	4.00	3	2.36	A
1500	35	50	6.67	3	2.36	A
1500	25	60	10.67	3	2.36	A
1050	35	60	24.67	3	2.36	
1050	25	60	67.00	3	2.36	B
1050	25	50	180.33	3	2.36	C
1050	35	50	244.67	3	2.36	D
						E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 2

CONTENIDO DE ANTOCIANINAS CON TRES REPITICIONES					
	Días				
Tratamientos	0	15	30	45	60
T1	6,03	5,29	3,52	3,79	3,48
T1	6,05	5,37	3,53	3,73	3,46
T1	6,05	5,35	3,55	3,81	3,46
Promedio	6,05	5,34	3,53	3,78	3,46
SD	0,01	0,04	0,02	0,04	0,01
T2	5,98	5,55	4,34	3,34	3,05
T2	5,90	5,55	4,34	3,34	3,07
T2	5,94	5,55	4,36	3,38	3,07
Promedio	5,94	5,55	4,34	3,35	3,06
SD	0,04	0,00	0,01	0,02	0,01
T3	7,23	5,64	4,06	3,46	3,26
T3	7,15	5,64	4,04	3,46	3,24
T3	7,15	5,64	4,08	3,42	3,30
Promedio	7,17	5,64	4,06	3,44	3,27
SD	0,05	0,00	0,02	0,02	0,03
T4	5,86	5,45	4,24	2,40	2,23
T4	5,92	5,57	4,26	2,40	2,23
T4	5,86	5,55	4,22	2,44	2,23
Promedio	5,88	5,52	4,24	2,42	2,23
SD	0,03	0,06	0,02	0,02	0,00
T5	6,15	5,72	4,55	3,65	3,42
T5	6,13	5,70	4,57	3,67	3,40
T5	6,19	5,70	4,57	3,63	3,40
Promedio	6,16	5,71	4,56	3,65	3,40
SD	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
T6	6,29	5,37	3,87	3,14	3,32
T6	6,29	5,35	3,91	3,14	3,32
T6	6,23	5,35	3,85	3,14	3,32
Promedio	6,27	5,36	3,87	3,14	3,32
SD	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00
T7	6,03	5,76	4,08	3,83	3,75
T7	5,96	5,78	4,10	3,87	3,75
T7	5,96	5,78	4,08	3,83	3,75
Promedio	5,98	5,77	4,09	3,84	3,75
SD	0,05	0,01	0,01	0,02	0,00
T8	6,13	5,76	4,45	4,14	3,40
T8	6,15	5,74	4,45	4,14	3,38
T8	6,13	5,74	4,45	4,16	3,42
Promedio	6,14	5,75	4,45	4,15	3,40
SD	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02

DCA ARREGLO FACTORIAL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS

Bloque	Potencia	Tiempo	Temperatura	Ant. Día 0	Ant. Día 15	Ant. Día 30	Ant. Día 45	Ant. Día 60
1	1050	25	50	5,98	5,55	4,34	3,34	3,05
1	1500	25	50	6,03	5,76	4,08	3,83	3,75
1	1050	35	50	6,03	5,29	3,52	3,79	3,48
1	1500	35	50	6,13	5,76	4,45	4,14	3,40
1	1050	25	60	7,23	5,64	4,06	3,46	3,26
1	1500	25	60	6,15	5,72	4,55	3,65	3,42
1	1050	35	60	5,86	5,45	4,24	2,40	2,23
1	1500	35	60	6,29	5,37	3,87	3,14	3,32
2	1050	25	50	5,90	5,55	4,34	3,34	3,07
2	1500	25	50	5,96	5,78	4,10	3,87	3,75
2	1050	35	50	6,05	5,37	3,53	3,73	3,46
2	1500	35	50	6,15	5,74	4,45	4,14	3,38
2	1050	25	60	7,15	5,64	4,04	3,46	3,24
2	1500	25	60	6,13	5,7	4,57	3,67	3,40
2	1050	35	60	5,92	5,57	4,26	2,40	2,23
2	1500	35	60	6,29	5,35	3,91	3,14	3,32
3	1050	25	50	5,94	5,55	4,36	3,38	3,07
3	1500	25	50	5,96	5,78	4,08	3,83	3,75
3	1050	35	50	6,05	5,35	3,55	3,81	3,46
3	1500	35	50	6,13	5,74	4,45	4,16	3,42
3	1050	25	60	7,15	5,64	4,08	3,42	3,30
3	1500	25	60	6,19	5,7	4,57	3,63	3,40
3	1050	35	60	5,86	5,55	4,22	2,44	2,23
3	1500	35	60	6,23	5,35	3,85	3,14	3,32

Anexo 2a. Análisis de varianza por día para el diseño factorial y pruebas de Tukey para la interacción de los tres factores evaluados.

Día 0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 0	24	1.00	0.99	0.54

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.62	7	0.52	461.19	<0.0001
Potencia	0.09	1	0.09	81.43	<0.0001
Tiempo	0.32	1	0.32	287.30	<0.0001
Temperatura	0.71	1	0.71	637.16	<0.0001
Potencia*Tiempo	0.80	1	0.80	713.17	<0.0001
Potencia*Temperatura	0.22	1	0.22	196.65	<0.0001
Tiempo*Temperatura	0.78	1	0.78	693.77	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	0.69	1	0.69	618.83	<0.0001
Error	0.02	16	1.1E-03		
Total	3.64	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02897

Error: 0.0011 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1050	6.26	12	0.01	A
1500	6.14	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02897

Error: 0.0011 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	6.31	12	0.01	A
35	6.08	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02897

Error: 0.0011 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	6.37	12	0.01	A
50	6.03	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05530

Error: 0.0011 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1050	25	6.56	6	0.01	A		
1500	35	6.20	6	0.01		B	
1500	25	6.07	6	0.01			C
1050	35	5.96	6	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05530

Error: 0.0011 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1050	60	6.53	6	0.01	A		
1500	60	6.21	6	0.01		B	
1500	50	6.06	6	0.01			C
1050	50	5.99	6	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05530

Error: 0.0011 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
25	60	6.67	6	0.01	A
35	50	6.09	6	0.01	B
35	60	6.08	6	0.01	B
25	50	5.96	6	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09464

Error: 0.0011 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.					
1050	25	60	7.18	3	0.02	A				
1500	35	60	6.27	3	0.02		B			
1500	25	60	6.16	3	0.02			C		
1500	35	50	6.14	3	0.02				D	
1050	35	50	6.04	3	0.02					E
1500	25	50	5.98	3	0.02					F
1050	25	50	5.94	3	0.02					F
	G									
1050	35	60	5.88	3	0.02					
	G									

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dia 15

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dia 15	24	0.98	0.97	0.51

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-
Modelo.		0.59	7	0.08	106.07	
<0.0001						
Potencia		0.11	1	0.11	133.33	
<0.0001						
Tiempo		0.19	1	0.19	234.08	
<0.0001						
Temperatura		0.01	1	0.01	15.19	
0.0013						
Potencia*Tiempo		8.2E-04	1	8.2E-04	1.02	
0.3274						
Potencia*Temperatura		0.20	1	0.20	252.08	
<0.0001						
Tiempo*Temperatura		0.02	1	0.02	24.08	
0.0002						
Potencia*Tiempo*Temperatura	0.07	1	0.07	82.69	<0.0001	
Error		0.01	16	8.0E-04		
Total		0.61	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02448

Error: 0.0008 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	5.65	12	0.01	A
1050	5.51	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02448

Error: 0.0008 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	5.67	12	0.01	A
35	5.49	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02448

Error: 0.0008 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	5.60	12	0.01	A
60	5.56	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04672

Error: 0.0008 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.	
1500	25	5.74	6	0.01	A
1050	25	5.60	6	0.01	B
1500	35	5.55	6	0.01	B
1050	35	5.43	6	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04672

Error: 0.0008 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	50	5.76	6	0.01	A
1050	60	5.58	6	0.01	B
1500	60	5.53	6	0.01	C
1050	50	5.44	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04672

Error: 0.0008 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
25	60	5.67	6	0.01	A
25	50	5.66	6	0.01	A
35	50	5.54	6	0.01	B
35	60	5.44	6	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07995

Error: 0.0008 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	25	50	5.77	3	0.02	A
1500	35	50	5.75	3	0.02	A
1500	25	60	5.71	3	0.02	A
1050	25	60	5.64	3	0.02	B
1050	25	50	5.55	3	0.02	B
1050	35	60	5.52	3	0.02	C
1500	35	60	5.36	3	0.02	C
1050	35	50	5.34	3	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dia 30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dia 30	24	1.00	1.00	0.41

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.32	7	0.33	1121.99	<0.0001
Potencia	0.24	1	0.24	804.52	<0.0001
Tiempo	0.34	1	0.34	1160.13	<0.0001
Temperatura	0.04	1	0.04	132.52	<0.0001
Potencia*Tiempo	0.04	1	0.04	121.82	<0.0001
Potencia*Temperatura	0.10	1	0.10	338.38	<0.0001
Tiempo*Temperatura	1.2E-03	1	1.2E-03	4.07	0.0607
Potencia*Tiempo*Temperatura	1.57	1	1.57	5292.52	<0.0001
Error	4.7E-03	16	3.0E-04		
Total	2.33	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01489

Error: 0.0003 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	4.24	12	5.0E-03	A
1050	4.05	12	5.0E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01489

Error: 0.0003 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	4.26	12	5.0E-03	A
35	4.03	12	5.0E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01489

Error: 0.0003 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	4.19	12	5.0E-03	A
50	4.10	12	5.0E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02841

Error: 0.0003 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.	
1500	25	4.33	6	0.01	A
1050	25	4.20	6	0.01	B
1500	35	4.16	6	0.01	C
1050	35	3.89	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02841

Error: 0.0003 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	50	4.27	6	0.01	A
1500	60	4.22	6	0.01	B
1050	60	4.15	6	0.01	C
1050	50	3.94	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02841

Error: 0.0003 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
25	60	4.31	6	0.01	A
25	50	4.22	6	0.01	B
35	60	4.06	6	0.01	C
35	50	3.99	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04862

Error: 0.0003 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.					
1500	25	60	4.56	3	0.01	A				
1500	35	50	4.45	3	0.01		B			
1050	25	50	4.35	3	0.01			C		
1050	35	60	4.24	3	0.01				D	
1500	25	50	4.09	3	0.01					E
1050	25	60	4.06	3	0.01					E
1500	35	60	3.88	3	0.01					F
1050	35	50	3.53	3	0.01					G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dia 45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dia 45	24	1.00	1.00	0.68

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.89	7	0.84	1529.83	<0.0001
Potencia	1.20	1	1.20	2184.61	<0.0001
Tiempo	0.25	1	0.25	454.73	<0.0001
Temperatura	2.29	1	2.29	4159.70	<0.0001
Potencia*Tiempo	0.06	1	0.06	110.92	<0.0001
Potencia*Temperatura	1.8E-03	1	1.8E-03	3.34	0.0863
Tiempo*Temperatura	1.93	1	1.93	3513.34	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	0.16	1	0.16	282.19	<0.0001
Error	0.01	16	5.5E-04		
Total	5.90	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02030

Error: 0.0006 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	3.70	12	0.01	A
1050	3.25	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02030

Error: 0.0006 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	3.57	12	0.01	A
35	3.37	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02030

Error: 0.0006 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	3.78	12	0.01	A
60	3.16	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03874

Error: 0.0006 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1500	25	3.75	6	0.01	A		
1500	35	3.64	6	0.01		B	
1050	25	3.40	6	0.01			C
1050	35	3.10	6	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03874

Error: 0.0006 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	50	4.00	6	0.01	A		
1050	50	3.57	6	0.01		B	
1500	60	3.40	6	0.01			C
1050	60	2.93	6	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03874

Error: 0.0006 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.			
35	50	3.96	6	0.01	A		
25	50	3.60	6	0.01		B	
25	60	3.55	6	0.01			C
35	60	2.78	6	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06630

Error: 0.0006 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.				
1500	35	50	4.15	3	0.01	A			
1500	25	50	3.84	3	0.01		B		
1050	35	50	3.78	3	0.01			C	
1500	25	60	3.65	3	0.01				D
1050	25	60	3.45	3	0.01				E
1050	25	50	3.35	3	0.01				F
1500	35	60	3.14	3	0.01				
1050	35	60	2.41	3	0.01				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dia 60

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dia 60	24	1.00	1.00	0.45

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F
<u>p-valor</u>				
Modelo.	4.27	7	0.61	2815.21
<0.0001				
Potencia	1.28	1	1.28	5923.56
<0.0001				
Tiempo	0.43	1	0.43	1981.56
<0.0001				
Temperatura	0.80	1	0.80	3672.48
<0.0001				
Potencia*Tiempo	0.01	1	0.01	66.94
<0.0001				
Potencia*Temperatura	0.14	1	0.14	644.02
<0.0001				
Tiempo*Temperatura	0.52	1	0.52	2396.33
<0.0001				
Potencia*Tiempo*Temperatura	1.09	1	1.09	5021.56
<0.0001				
Error	3.5E-03	16	2.2E-04	
Total	4.27	23		

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01274

Error: 0.0002 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	3.47	12	4.2E-03	A
1050	3.01	12	4.2E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01274

Error: 0.0002 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	3.37	12	4.2E-03	A
35	3.10	12	4.2E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01274

Error: 0.0002 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	3.42	12	4.2E-03	A
60	3.06	12	4.2E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02431

Error: 0.0002 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.	
1500	25	3.58	6	0.01	A
1500	35	3.36	6	0.01	B
1050	25	3.17	6	0.01	C
1050	35	2.85	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02431

Error: 0.0002 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	50	3.58	6	0.01	A
1500	60	3.36	6	0.01	B
1050	50	3.27	6	0.01	C
1050	60	2.75	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02431

Error: 0.0002 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
35	50	3.43	6	0.01	A
25	50	3.41	6	0.01	B
25	60	3.34	6	0.01	C
35	60	2.78	6	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04161

Error: 0.0002 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	25	50	3.75	3	0.01	A
1050	35	50	3.47	3	0.01	B
1500	25	60	3.41	3	0.01	C
1500	35	50	3.40	3	0.01	C
1500	35	60	3.32	3	0.01	D
1050	25	60	3.27	3	0.01	E
1050	25	50	3.06	3	0.01	
1050	F	35	2.23	3	0.01	
	G	60				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2b. Análisis de varianza individual de tratamientos (enfoque DCA, variable día de almacenamiento) para la evaluación entre días de almacenamiento.

T1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T1	15	1.00	1.00	0.49

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.70	4	4.92	10259.84	<0.0001
Día	19.70	4	4.92	10259.84	<0.0001
Error	4.8E-03	10	4.8E-04		
Total	19.70	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05887

Error: 0.0005 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	5.94	3	0.01	A
15	5.55	3	0.01	B
30	4.35	3	0.01	C
45	3.35	3	0.01	D
60	3.06	3	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T2	15	1.00	1.00	0.47

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.43	4	3.61	7413.82	<0.0001
Día	14.43	4	3.61	7413.82	<0.0001
Error	4.9E-03	10	4.9E-04		
Total	14.44	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05928

Error: 0.0005 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	5.98	3	0.01	A
15	5.77	3	0.01	B
30	4.09	3	0.01	C
45	3.84	3	0.01	D
60	3.75	3	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**T3**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T3	15	1.00	1.00	0.64

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16.75	4	4.19	5278.75	<0.0001
Día	16.75	4	4.19	5278.75	<0.0001
Error	0.01	10	7.9E-04		
Total	16.76	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07569

Error: 0.0008 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	6.04	3	0.02	A
15	5.34	3	0.02	B
45	3.78	3	0.02	C
30	3.53	3	0.02	D
60	3.47	3	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**T4**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T4	15	1.00	1.00	0.26

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.57	4	3.89	24324.94	<0.0001
Día	15.57	4	3.89	24324.94	<0.0001
Error	1.6E-03	10	1.6E-04		
Total	15.57	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03399

Error: 0.0002 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	6.14	3	0.01	A
15	5.75	3	0.01	B
30	4.45	3	0.01	C
45	4.15	3	0.01	D
60	3.40	3	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T5	15	1.00	1.00	0.60

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.15	4	8.29	10360.07	<0.0001
Día	33.15	4	8.29	10360.07	<0.0001
Error	0.01	10	8.0E-04		
Total	33.16	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07600

Error: 0.0008 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	7.18	3	0.02	A
15	5.64	3	0.02	B
30	4.06	3	0.02	C
45	3.45	3	0.02	D
60	3.27	3	0.02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T6	15	1.00	1.00	0.40

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17.79	4	4.45	12827.36	<0.0001
Día	17.79	4	4.45	12827.36	<0.0001
Error	3.5E-03	10	3.5E-04		
Total	17.79	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05003

Error: 0.0003 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	6.16	3	0.01	A
15	5.71	3	0.01	B
30	4.56	3	0.01	C
45	3.65	3	0.01	D
60	3.41	3	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T7	15	1.00	1.00	0.87

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34.64	4	8.66	6909.49	<0.0001
Día	34.64	4	8.66	6909.49	<0.0001
Error	0.01	10	1.3E-03		
Total	34.65	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09513

Error: 0.0013 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	5.88	3	0.02	A
15	5.52	3	0.02	B
30	4.24	3	0.02	C
45	2.41	3	0.02	D
60	2.23	3	0.02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T8

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T8	15	1.00	1.00	0.48

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.32	4	5.58	12308.36	<0.0001
Día	22.32	4	5.58	12308.36	<0.0001
Error	4.5E-03	10	4.5E-04		
Total	22.32	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05721

Error: 0.0005 gl: 10

Día	Medias	n	E.E.	
0	6.27	3	0.01	A
15	5.36	3	0.01	B
30	3.88	3	0.01	C
60	3.32	3	0.01	D
45	3.14	3	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

CONTENIDO DE POLIFENOLES CON TRES REPITICIONES

Tratamientos	Días				
	0	15	30	45	60
T1	57,04	38,41	59,02	58,36	53,25
T1	57,20	38,41	59,18	58,52	53,25
T1	57,04	38,41	59,35	58,69	53,08
Promedio	57,09	38,41	59,18	58,52	53,19
SD	0,10	0,00	0,16	0,16	0,10
T2	55,89	33,30	64,62	48,47	48,30
T2	56,05	33,47	64,79	48,47	48,30
T2	56,21	33,47	64,95	48,63	48,14
Promedio	56,05	33,41	64,79	48,52	48,25
SD	0,16	0,10	0,16	0,10	0,10
T3	56,87	56,87	65,61	56,87	52,59
T3	57,04	56,87	65,78	56,71	52,59
T3	57,04	57,04	65,94	56,54	52,75
Promedio	56,98	56,93	65,78	56,71	52,64
SD	0,10	0,10	0,16	0,16	0,10
T4	64,62	42,86	62,48	56,38	53,91
T4	64,79	43,03	62,64	56,54	53,91
T4	64,95	43,19	62,81	56,71	54,07
Promedio	64,79	43,03	62,64	56,54	53,96
SD	0,16	0,16	0,16	0,16	0,10
T5	65,94	49,46	54,07	58,36	56,05
T5	66,11	49,62	54,24	58,52	56,05
T5	66,27	49,79	54,40	58,69	56,21
Promedio	66,11	49,62	54,24	58,52	56,11
SD	0,16	0,16	0,16	0,16	0,10
T6	66,60	60,50	50,94	61,82	61,00
T6	66,77	60,50	51,10	61,98	61,00
T6	66,93	60,67	51,27	62,15	61,16
Promedio	66,77	60,56	51,10	61,98	61,05
SD	0,16	0,10	0,16	0,16	0,10
T7	67,92	60,50	62,81	52,92	51,76
T7	67,92	60,67	62,97	53,08	51,76
T7	68,08	60,83	63,14	53,25	51,93
Promedio	67,97	60,67	62,97	53,08	51,82
SD	0,10	0,16	0,16	0,16	0,10
T8	68,41	59,35	68,08	73,03	57,37
T8	68,25	59,51	68,25	73,19	57,37
T8	68,25	59,68	68,41	73,03	57,53
Promedio	68,30	59,51	68,25	73,08	57,42
SD	0,10	0,16	0,16	0,10	0,10

DCA ARREGLO FACTORIAL CONTENIDO DE POLIFENOLES

Bloque	Potencia	Tiempo	Temperatura	Polif. Día 0	Polif. Día 15	Polif. Día 30	Polif. Día 45	Polif. Día 60
1	1050	25	50	55,89	33,30	64,62	48,47	48,30
1	1500	25	50	67,92	60,50	62,81	52,92	51,76
1	1050	35	50	57,04	38,41	59,02	58,36	53,25
1	1500	35	50	68,41	59,35	68,08	73,03	57,37
1	1050	25	60	56,87	56,87	65,61	56,87	52,59
1	1500	25	60	65,94	49,46	54,07	58,36	56,05
1	1050	35	60	64,62	42,86	62,48	56,38	53,91
1	1500	35	60	66,60	60,50	50,94	61,82	61,00
2	1050	25	50	56,05	33,47	64,79	48,47	48,30
2	1500	25	50	67,92	60,67	62,97	53,08	51,76
2	1050	35	50	57,2	38,41	59,18	58,52	53,25
2	1500	35	50	68,25	59,51	68,25	73,19	57,37
2	1050	25	60	57,04	56,87	65,78	56,71	52,59
2	1500	25	60	66,11	49,62	54,24	58,52	56,05
2	1050	35	60	64,79	43,03	62,64	56,54	53,91
2	1500	35	60	66,77	60,50	51,10	61,98	61,00
3	1050	25	50	56,21	33,47	64,95	48,63	48,14
3	1500	25	50	68,08	60,83	63,14	53,25	51,93
3	1050	35	50	57,04	38,41	59,35	58,69	53,08
3	1500	35	50	68,25	59,68	68,41	73,03	57,53
3	1050	25	60	57,04	57,04	65,94	56,54	52,75
3	1500	25	60	66,27	49,79	54,40	58,69	56,21
3	1050	35	60	64,95	43,19	62,81	56,71	54,07
3	1500	35	60	66,93	60,67	51,27	62,15	61,16

**Anexo 2c. Análisis de varianza por día para el diseño factorial y pruebas de Tukey
para la interacción de los tres factores evaluados.**

Día 0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 0	24	1.00	1.00	0.21

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	597.85	7	85.41	4793.63	<0.0001
Potencia	439.56	1	439.56	24671.06	<0.0001
Tiempo	36.29	1	36.29	2036.58	<0.0001
Temperatura	10.23	1	10.23	574.25	<0.0001
Potencia*Tiempo	23.15	1	23.15	1299.22	<0.0001
Potencia*Temperatura	54.27	1	54.27	3046.04	<0.0001
Tiempo*Temperatura	18.85	1	18.85	1058.03	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	15.50	1	15.50	870.22	<0.0001
Error	0.29	16	0.02		
Total	598.13	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11552

Error: 0.0178 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	67.29	12	0.04	A
1050	58.73	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11552

Error: 0.0178 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	64.24	12	0.04	A
25	61.78	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11552

Error: 0.0178 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	63.66	12	0.04	A
50	62.36	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22048

Error: 0.0178 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1500	35	67.54	6	0.05	A		
1500	25	67.04	6	0.05		B	
1050	35	60.94	6	0.05			C
1050	25	56.52	6	0.05			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22048

Error: 0.0178 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	50	68.14	6	0.05	A		
1500	60	66.44	6	0.05		B	
1050	60	60.89	6	0.05			C
1050	50	56.57	6	0.05			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22048

Error: 0.0178 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
35	60	65.78	6	0.05	A
35	50	62.70	6	0.05	B
25	50	62.01	6	0.05	C
25	60	61.55	6	0.05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37732

Error: 0.0178 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	35	50	68.30	3	0.08	A
1500	25	50	67.97	3	0.08	A
1500	35	60	66.77	3	0.08	B
1500	25	60	66.11	3	0.08	C
1050	35	60	64.79	3	0.08	D
1050	35	50	57.09	3	0.08	E
1050	25	60	56.98	3	0.08	E
1050	25	50	56.05	3	0.08	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Día 15

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 15	24	1.00	1.00	0.26

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2464.04	7	352.01	20430.82	<0.0001
Potencia	1287.00	1	1287.00	74699.06	<0.0001
Tiempo	0.29	1	0.29	16.73	0.0009
Temperatura	123.26	1	123.26	7154.23	<0.0001
Potencia*Tiempo	130.90	1	130.90	7597.59	<0.0001
Potencia*Temperatura	545.21	1	545.21	31644.67	<0.0001
Tiempo*Temperatura	17.39	1	17.39	1009.40	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	359.99	1	359.99	20894.08	<0.0001
Error	0.28	16	0.02		
Total	2464.32	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11360

Error: 0.0172 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	57.59	12	0.04	A
1050	42.94	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11360

Error: 0.0172 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	50.38	12	0.04	A
25	50.16	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11360

Error: 0.0172 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	52.53	12	0.04	A
50	48.00	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21682

Error: 0.0172 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1500	35	60.04	6	0.05	A		
1500	25	55.15	6	0.05		B	
1050	25	45.17	6	0.05			C
1050	35	40.72	6	0.05			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21682

Error: 0.0172 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	50	60.09	6	0.05	A		
1500	60	55.09	6	0.05		B	
1050	60	49.98	6	0.05			C
1050	50	35.91	6	0.05			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21682

Error: 0.0172 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.			
25	60	53.28	6	0.05	A		
35	60	51.79	6	0.05		B	
35	50	48.96	6	0.05			C
25	50	47.04	6	0.05			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37105

Error: 0.0172 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	25	50	60.67	3	0.08	A		
1500	35	60	60.56	3	0.08	A		
1500	35	50	59.51	3	0.08		B	
1050	25	60	56.93	3	0.08			C
1500	25	60	49.62	3	0.08			D
1050	35	60	43.03	3	0.08			E
1050	35	50	38.41	3	0.08			
1050	25	50	33.41	3	0.08			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Día 30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 30	24	1.00	1.00	0.27

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	729.41	7	104.20	3826.27	<0.0001
Potencia	93.97	1	93.97	3450.58	<0.0001
Tiempo	16.32	1	16.32	599.21	<0.0001
Temperatura	172.22	1	172.22	6323.75	<0.0001
Potencia*Tiempo	44.36	1	44.36	1629.00	<0.0001

Potencia*Temperatura	344.97	1	344.97	12667.04	<0.0001
Tiempo*Temperatura	13.22	1	13.22	485.31	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	44.36	1	44.36	1629.00	<0.0001
Error	0.44	16	0.03		
Total	729.85	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14282

Error: 0.0272 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1050	63.10	12	0.05	A
1500	59.14	12	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14282

Error: 0.0272 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
25	61.94	12	0.05	A
35	60.29	12	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14282

Error: 0.0272 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
50	63.80	12	0.05	A
60	58.44	12	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27259

Error: 0.0272 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.	
1050	25	65.28	6	0.07	A
1050	35	60.91	6	0.07	B
1500	35	59.68	6	0.07	C
1500	25	58.61	6	0.07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27259

Error: 0.0272 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	50	65.61	6	0.07	A
1050	60	64.21	6	0.07	B
1050	50	61.99	6	0.07	C
1500	60	52.67	6	0.07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27259

Error: 0.0272 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
25	50	63.88	6	0.07	A
35	50	63.72	6	0.07	A
25	60	60.01	6	0.07	B
35	60	56.87	6	0.07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.46650

Error: 0.0272 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.	
1500	35	50	68.25	3	0.10	A
1050	25	60	65.78	3	0.10	B
1050	25	50	64.79	3	0.10	C
1500	25	50	62.97	3	0.10	D
1050	35	60	62.64	3	0.10	D
1050	35	50	59.18	3	0.10	E
1500	25	60	54.24	3	0.10	
1500	35	60	51.10	3	0.10	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Día 45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 45	24	1.00	1.00	0.26

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor						
Modelo.		1081.78	7	154.54	6850.70	
	<0.0001					
Potencia		260.90	1	260.90	11565.49	
	<0.0001					
Tiempo		415.75	1	415.75	18430.02	
	<0.0001					
Temperatura		0.11	1	0.11	4.91	
	0.0416					
Potencia*Tiempo		69.60	1	69.60	3085.25	
	<0.0001					
Potencia*Temperatura		52.78	1	52.78	2339.58	
	<0.0001					
Tiempo*Temperatura		267.40	1	267.40	11853.73	
	<0.0001					
Potencia*Tiempo*Temperatura		15.25	1	15.25	675.95	
	<0.0001					
Error		0.36	16	0.02		
Total		1082.14	23			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12999

Error: 0.0226 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	61.67	12	0.04	A
1050	55.07	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12999

Error: 0.0226 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	62.53	12	0.04	A
25	54.21	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12999

Error: 0.0226 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	58.44	12	0.04	A
50	58.30	12	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24809

Error: 0.0226 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1500	35	67.53	6	0.06	A		
1050	35	57.53	6	0.06		B	
1500	25	55.80	6	0.06			C
1050	25	52.62	6	0.06			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24809

Error: 0.0226 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	50	63.08	6	0.06	A		
1500	60	60.25	6	0.06		B	
1050	60	56.63	6	0.06			C
1050	50	53.52	6	0.06			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24809

Error: 0.0226 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.			
35	50	65.80	6	0.06	A		
35	60	59.26	6	0.06		B	
25	60	57.62	6	0.06			C
25	50	50.80	6	0.06			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42457

Error: 0.0226 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.				
1500	35	50	73.08	3	0.09	A			
1500	35	60	61.98	3	0.09		B		
1500	25	60	58.52	3	0.09			C	
1050	35	50	58.52	3	0.09			C	
1050	25	60	56.71	3	0.09				D
1050	35	60	56.54	3	0.09				D
1500	25	50	53.08	3	0.09				E
1050	25	50	48.52	3	0.09				F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Día 60

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 60	24	1.00	1.00	0.17

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	316.52	7	45.22	5133.46	<0.0001
Potencia	126.27	1	126.27	14335.39	<0.0001
Tiempo	106.13	1	106.13	12049.29	<0.0001
Temperatura	64.19	1	64.19	7287.43	<0.0001

Potencia*Tiempo	6.90	1	6.90	783.52	<0.0001
Potencia*Temperatura	2.84	1	2.84	321.96	<0.0001
Tiempo*Temperatura	6.88	1	6.88	781.09	<0.0001
Potencia*Tiempo*Temperatura	3.31	1	3.31	375.54	<0.0001
Error	0.14	16	0.01		
Total	316.66	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08122

Error: 0.0088 gl: 16

Potencia	Medias	n	E.E.	
1500	56.60	12	0.03	A
1050	52.01	12	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08122

Error: 0.0088 gl: 16

Tiempo	Medias	n	E.E.	
35	56.41	12	0.03	A
25	52.20	12	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08122

Error: 0.0088 gl: 16

Temperatura	Medias	n	E.E.	
60	55.94	12	0.03	A
50	52.67	12	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15503

Error: 0.0088 gl: 16

Potencia	Tiempo	Medias	n	E.E.			
1500	35	59.24	6	0.04	A		
1500	25	53.96	6	0.04		B	
1050	35	53.58	6	0.04			C
1050	25	50.45	6	0.04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15503

Error: 0.0088 gl: 16

Potencia	Temperatura	Medias	n	E.E.			
1500	60	58.58	6	0.04	A		
1500	50	54.62	6	0.04		B	
1050	60	53.30	6	0.04			C
1050	50	50.72	6	0.04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15503

Error: 0.0088 gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.			
35	60	57.51	6	0.04	A		
35	50	55.31	6	0.04		B	
25	60	54.37	6	0.04			C
25	50	50.03	6	0.04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26531

Error: 0.0088 gl: 16

Potencia	Tiempo	Temperatura	Medias	n	E.E.				
1500	35	60	61.05	3	0.05	A			
1500	35	50	57.42	3	0.05		B		
1500	25	60	56.10	3	0.05			C	
1050	35	60	53.96	3	0.05				D
1050	35	50	53.19	3	0.05				E
1050	25	60	52.64	3	0.05				F
1500	25	50	51.82	3	0.05				
1050	25	50	48.25	3	0.05				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2d. Análisis de varianza individual de tratamientos (enfoque DCA, variable día de almacenamiento) para la evaluación entre días de almacenamiento

T1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T1	15	1.00	1.00	0.25

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1606.24	4	401.56	25244.71	<0.0001
DÍA	1606.24	4	401.56	25244.71	<0.0001
Error	0.16	10	0.02		
Total	1606.40	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33891

Error: 0.0159 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.			
30.00	64.79	3	0.07	A		
0.00	56.05	3	0.07		B	
45.00	48.52	3	0.07			C
60.00	48.25	3	0.07			C
15.00	33.41	3	0.07			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T2	15	1.00	1.00	0.24

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	555.71	4	138.93	6955.59	<0.0001
DÍA	555.71	4	138.93	6955.59	<0.0001
Error	0.20	10	0.02		
Total	555.90	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37977

Error: 0.0200 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.			
0.00	67.97	3	0.08	A		
30.00	62.97	3	0.08		B	
15.00	60.67	3	0.08			C
45.00	53.08	3	0.08			D
60.00	51.82	3	0.08			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T3	15	1.00	1.00	0.23

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	894.02	4	223.51	15385.90	<0.0001
DÍA	894.02	4	223.51	15385.90	<0.0001
Error	0.15	10	0.01		
Total	894.17	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.32387

Error: 0.0145 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
30.00	59.18	3	0.07	A
45.00	58.52	3	0.07	B
0.00	57.09	3	0.07	C
60.00	53.19	3	0.07	D
15.00	38.41	3	0.07	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T4

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T4	15	1.00	1.00	0.19

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	521.43	4	130.36	8140.54	<0.0001
DÍA	521.43	4	130.36	8140.54	<0.0001
Error	0.16	10	0.02		
Total	521.59	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34004

Error: 0.0160 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
45.00	73.08	3	0.07	A
0.00	68.30	3	0.07	B
30.00	68.25	3	0.07	B
15.00	59.51	3	0.07	C
60.00	57.42	3	0.07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T5	15	1.00	1.00	0.22

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	278.53	4	69.63	4232.11	<0.0001
DÍA	278.53	4	69.63	4232.11	<0.0001
Error	0.16	10	0.02		
Total	278.69	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34468

Error: 0.0165 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
30.00	65.78	3	0.07	A
0.00	56.98	3	0.07	B
15.00	56.93	3	0.07	B
45.00	56.71	3	0.07	B
60.00	52.64	3	0.07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T6	15	1.00	1.00	0.27

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	444.22	4	111.06	4727.11	<0.0001
DÍA	444.22	4	111.06	4727.11	<0.0001
Error	0.23	10	0.02		
Total	444.46	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41187

Error: 0.0235 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
0.00	66.11	3	0.09	A
45.00	58.52	3	0.09	B
60.00	56.10	3	0.09	C
30.00	54.24	3	0.09	D
15.00	49.62	3	0.09	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T7	15	1.00	1.00	0.27

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	881.71	4	220.43	9382.59	<0.0001
DÍA	881.71	4	220.43	9382.59	<0.0001
Error	0.23	10	0.02		
Total	881.95	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41187

Error: 0.0235 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
0.00	64.79	3	0.09	A
30.00	62.64	3	0.09	B
45.00	56.54	3	0.09	C
60.00	53.96	3	0.09	D
15.00	43.03	3	0.09	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T8

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T8	15	1.00	1.00	0.23

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	389.59	4	97.40	4876.37	<0.0001
DÍA	389.59	4	97.40	4876.37	<0.0001
Error	0.20	10	0.02		
Total	389.79	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37977

Error: 0.0200 gl: 10

DÍA	Medias	n	E.E.	
0.00	66.77	3	0.08	A
45.00	61.98	3	0.08	B
60.00	61.05	3	0.08	C
15.00	60.56	3	0.08	D
30.00	51.10	3	0.08	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 3

Anexo 3a. Análisis sensorial laboratorio.



SECCIÓN DE ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DE ENSAYO CERTIFICADO DE ANALISIS N° 19.06.71

I. SOLICITANTE:

RAZÓN SOCIAL	Bach. TUCTO SANTIAGO EWER TELIO.
RESPONSABLE	El solicitantes
DIRECCIÓN	Jr. Brasil s/n – Amarilis – Huánuco
TELEFONO	910 887039

II. INFORMACION DE SERVICIO:

MUESTRA	BEBIDA DE ARANDANOS (<i>Vaccinium corymbosum</i>)
CODIGO DE MUESTRAS	T ₀ , T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈
NOMBRE DE TESIS	"Aplicación de Ultrasonido en la obtención de bebidas de Arandanos (<i>Vaccinium corymbosum</i>), para prolongar su vida útil"
PROCEDENCIA DE MUESTRA	Empresa KARBEL S.R.L.
FORMA Y PRESENTACION	9 Unidades de 150 mL/u Frascos de vidrio color ámbar esteril
FECHA DE PRODUCCIÓN	NO REGISTRA
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Carlos Gayoso A. Blgo. Ricardo Ayala P.
FECHA DE INGRESO	2019-06-25
ANALISIS SOLICITADOS	ORGANOLEPTICO - SENSORIAL
FECHA INICIO DE ENSAYO	2019-06-25
FECHA TERMINO DE ENSAYO	2019-06-25
FECHA EMISION DE RESULTADOS	2019-06-25

III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA:

BASE TECNICA	AOAC – Standard Methods 21th Edition COMPOSICION Y ANALISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON 2da Edición 2011 R.M. 591-2008 N.T.S N° 071 MINSA/DIGESA Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo humano
NIVEL DE MUESTREO	Muestra prototipo
TIPO DE MUESTREO	Ensayo directo

*BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE




RICARDO E. AYALA POMA
BOLSO - MICROBOLSO
C# 11894

1 de 6

IV. RESULTADOS DE ANÁLISIS:

MUESTRAS SOMETIDAS EN TEMPERATURAS EXTREMAS - ESTUFA (30°C)

FACTORES			
TRATAMIENTOS	POTENCIA (W)	TIEMPO T minutos	TEMPERATURA °C
T ₀	---	---	---
T ₁	1050	35	50
T ₂	1050	25	50
T ₃	1050	25	60
T ₄	1050	35	60
T ₅	1500	25	60
T ₆	1500	35	60
T ₇	1500	25	50
T ₈	1500	35	50

CODIGO DE MUESTRA T ₁			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Indiferente	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Presencia de materia orgánica	Uniforme



RICARDO E. AYALA POMA
BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
CIP 11894

2 de 6

CODIGO DE MUESTRA T ₂			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Indiferente	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Presencia de materia orgánica	Uniforme

CODIGO DE MUESTRA T ₃			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Presencia de materia orgánica	Uniforme



RICARDO E. RIVERA POJARA
865.000 - MICROBIOLOGO
Dsp 11894

3 de 6

CODIGO DE MUESTRA T ₁			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Presencia de materia orgánica	Uniforme

CODIGO DE MUESTRA T ₂			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Desagradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Presencia de materia orgánica	Uniforme

[Handwritten signature]
 Sección de Análisis de Aguas y Alimentos
 Calle Póveda 1155

CODIGO DE MUESTRA T ₆			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Uniforme	Pésimamente desagradable Uniforme

CODIGO DE MUESTRA T ₇			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Uniforme	Pésimamente desagradable Uniforme


 INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 TÉCNICO SUPERIOR EN
 ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS
 UPEL - UPEL
 UPEL - UPEL

5 de 6

CODIGO DE MUESTRA T ₂			
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	L.M.P.**
OLOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
SABOR	---	Agradable	Excelentemente agradable Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagradable Pésimamente desagradable
ASPECTO GENERAL	---	Uniforme	Uniforme



HUÁNUCO 27 DE JUNIO DE 2019

EL PRESENTE DOCUMENTO ES NULO, CUANDO SE REALIZA CORRECCIONES Y/O ENMIENDATURAS
 EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 90 DIAS CALENDARIOS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISION
 PROHIBIDA SU COPIA TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO
 LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO SON DE EXCLUSIVIDAD DEL SOLICITANTE, NO VALIDO PARA TERCEROS
 LOS RESULTADOS EMITIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO SOLO SON PARA EL TOTAL DEL LOTE MUESTREADO, NO ES
 COMPATIBLE PARA MUESTRAS SIMILARES.

6 de 6

Jr. SINCHI ROCA N° 243 - Amarilis - Huánuco / RUC: 20573110022 / Telef: #945649948


 RICARDO E. SOLA POMA
 ROLIBU MISCHEVALDO
 Dsp 11884

Anexo 3b. Análisis estadístico

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO OLOR

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	9.00	1E30	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 0.000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T8	135.00	9.00	15	A
T7	120.00	8.00	15	B
T2	60.00	4.00	15	C
T1	60.00	4.00	15	C
T0	60.00	4.00	15	C
T3	60.00	4.00	15	C
T6	60.00	4.00	15	C
T5	60.00	4.00	15	C
T4	60.00	4.00	15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	9.00	1E30	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 0.000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T8	135.00	9.00	15	A
T7	120.00	8.00	15	B
T2	60.00	4.00	15	C
T1	60.00	4.00	15	C
T0	60.00	4.00	15	C
T3	60.00	4.00	15	C
T6	60.00	4.00	15	C
T5	60.00	4.00	15	C
T4	60.00	4.00	15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO ASPECTO GENERAL

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	sd	sd

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T5	75.00	5.00	15	A
T6	75.00	5.00	15	A
T7	75.00	5.00	15	A
T8	75.00	5.00	15	A
T4	75.00	5.00	15	A
T0	75.00	5.00	15	A
T1	75.00	5.00	15	A
T2	75.00	5.00	15	A
T3	75.00	5.00	15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Tabla 19. Prueba de Friedman para muestras almacenadas a 30 °C

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO OLOR

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
4.50	4.50	2.00	2.00	2.00	7.00	7.00	7.00	1E30	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 0.000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T8	105.00	7.00	15	A
T7	105.00	7.00	15	A
T6	105.00	7.00	15	A
T2	67.50	4.50	15	B
T1	67.50	4.50	15	B
T3	30.00	2.00	15	C
T4	30.00	2.00	15	C
T5	30.00	2.00	15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	7.00	7.00	7.00	1E30	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 0.000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T8	105.00	7.00	15	A
T7	105.00	7.00	15	A
T6	105.00	7.00	15	A
T1	45.00	3.00	15	B
T2	45.00	3.00	15	B
T3	45.00	3.00	15	B
T4	45.00	3.00	15	B
T5	45.00	3.00	15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL ATRIBUTO ASPECTO GENERAL

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T ²	p
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	7.00	7.00	7.00	1E30	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 0.000

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T8	105.00	7.00	15	A
T7	105.00	7.00	15	A
T6	105.00	7.00	15	A
T1	45.00	3.00	15	B
T2	45.00	3.00	15	B
T3	45.00	3.00	15	B
T4	45.00	3.00	15	B
T5	45.00	3.00	15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

ANEXO 4

Anexo 4a. Laboratorio Cite Agroindustrial UT Ambo.

ITP CITE		SISTEMAS DE TRAZABILIDAD DE GESTIÓN			CITE agroindustrial UT Ambo	
FORMATO: ASESORAMIENTO Y SEGUIMIENTO DE TESIS						
VERSIÓN 01	REGISTRO N° 00	- 19	FOLIO N°	- 2019	PÁGINA DE	
UNIVERSIDAD		FACULTAD		ESCUELA PROFESIONAL		
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMIJIO VALDIZAN		FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS		E.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL		
NOMBRE DEL TESISISTA				CODIGO DE MATRICULA	NRO DE DNI	
EWER TELIO TUCTO SANTIAGO				200130031	48930645	
NOMBRE DEL ASESOR			NOMBRE DEL COASESOR			
MG. ROGER ESTACIO LAGUNA			CITE AGROINDUSTRIAL UNIDAD TECNICA AMBO			
ESPECIALISTA(S) DEL CITE						
1. LICETH ROCIO NUAMAN LEANDRO						
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL						
<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional <input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado <input type="checkbox"/> Otros						
TITULO DE LA TESIS						
APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LA OBTENCIÓN DE BEBIDA DE ARÁNDANO (<i>Vaccinium corumbosum</i>) PARA PROLONGAR SU VIDA ÚTIL						
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN						
Determinar la vida útil de la bebida de arándano (<i>Vaccinium Corumbosum</i>) con aplicación de ultrasonido						
FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	FIRMA DEL TESISISTA(S)	FIRMA ESPECIALISTA CITE	
02/05/2019	Evaluación de las bebidas de arándano con tratamiento de ultrasonido en las estufas a 30°C	10:00	12:00	✓		
06/05/19	Evaluación de las bebidas que se dejaron en estufas a 30°C. Se retiraron muestras defectuosas. El tesisista llevó muestras para continuar con análisis.	9:30	10:30	✓		
10/05/19	Evaluación de bebidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. El tesisista llevó 9 muestras	8:30	9:30	✓		
13/05/19	Evaluación de bebidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. El tesisista llevó 8 muestras	9:00	9:30	✓		
20/05/19	Evaluación de bebidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. Se realizó la inspección de los productos.	9:00	9:30	✓		
27/05/19	Evaluación de bebidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. Se llevaron 8 muestras para análisis microbiol. y fisicoquímico.	8:00	9:40	✓		

Ewer Telio Tucto Santiago
Nombre del Tesisista

Especialista CITE Agroindustrial - UT Ambo
DNI N° 48691514

Ing. Edwin Ferrera Rueda
Coordinador UT Ambo - Cite Huallaga
DNI N° 42281978

SISTEMAS DE TRAZABILIDAD DE GESTIÓN				CITE agroindustrial	
FORMATO: ASESORAMIENTO Y SEGUIMIENTO DE TESIS				UT Ambo	
VERSIÓN 01	REGISTRO N° 002 - 19	FOLIO N° 001-2019	PÁGINA DE		
UNIVERSIDAD		FACULTAD	ESCUELA PROFESIONAL		
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMIJIO VALDIZAN		CIENCIAS AGRARIAS	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL		
NOMBRE DEL TESISISTA			CODIGO DE MATRICULA	NRO DE DNI	
EWER TELIO TUOTO SANTIAGO			2009130021	48930645	
NOMBRE DEL ASESOR			NOMBRE DEL COASESOR		
MG. ROGER ESTACIO LAGUNA			CITE AGROINDUSTRIAL UNIDAD TECNICA AMBO		
ESPECIALISTA(S) DEL CITE					
1. LICETH ROCIO HUAMAN LEANDRO			2.		
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL					
X <input type="checkbox"/> Título Profesional <input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado <input type="checkbox"/> Otros					
TÍTULO DE LA TESIS					
APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LA OBTENCIÓN DE BEBIDA DE ARÁNDANO (<i>Vacciniumcorymbosum</i>) PARA PROLONGAR SU VIDA ÚTIL					
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN					
DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA DE ARÁNDANO (<i>Vacciniumcorymbosum</i>) CON APLICACIÓN DE ULTRASONIDO					
FECHA	ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	FIRMA DEL TESISISTA(S)	FIRMA ESPECIALISTA CITE
10/08/2019	Verificación de las debidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. Se propone ficha de aceptación para evaluación sensorial de acuerdo según escala hedónica.	08:00	10:00	✓	
24/08/2019	Verificación de las debidas que se dejaron en estufa para determinación de vida útil. Finaliza el período de incubación de productos. Se reafirman todos los productos para su análisis correspondiente.	16:00	17:00	✓	

Ewer Telio Tuoto Santiago
 Nombre del Tesisista
 DNI N° 48930645

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN
 CITE Agroindustrial Huallaga

 Ing. Liceth Rocio Huaman Leandro
 Coordinador UT Ambo - Cite Huallaga
 DNI N° 42281878

Especialista CITE Huallaga-UT Ambo
 DNI N° 43691514
 Liceth Rocio Huaman Leandro

ANEXO 5

Anexo 5a. Panel fotográfico

Figura 12. Medición de la bebida



Figura 13. Adición de ingredientes



Figura 14. Embasado de la bebida



Figura 15. Ordenando en la tina para ultrasonicar



Figura 16. Bebidas en la tina de ultrasonido



Figura 17. Zonicando



Figura 18. Verificando el tiempo del ultrasonido



Figura 19. Almacenando de la bebida para su traslado



Figura 20. Almacenamiento en estufa



Figura 21. Almacenado de tratamientos



Figura 22. Calibración a 30°C la estufa



Figura 23. Verificando los tratamientos almacenados



Figura 24. Almacenado de bebidas a 5°C en refrigeración



Figura 25. Análisis de acidez



Figura 26. Caracterización de la materia prima



Figura 27. Análisis de pH de la bebida



Figura 28. Peso de arándano



Figura 29. Peso de arándano en gr



Figura 30. Longitud de arándano



Figura 31. diámetro de arándano



Figura 32. Preparando materiales



Figura 33. Reactivos preparados para antocianinas y polifenoles



Figura 34. Muestras para centrifugar en microtubo

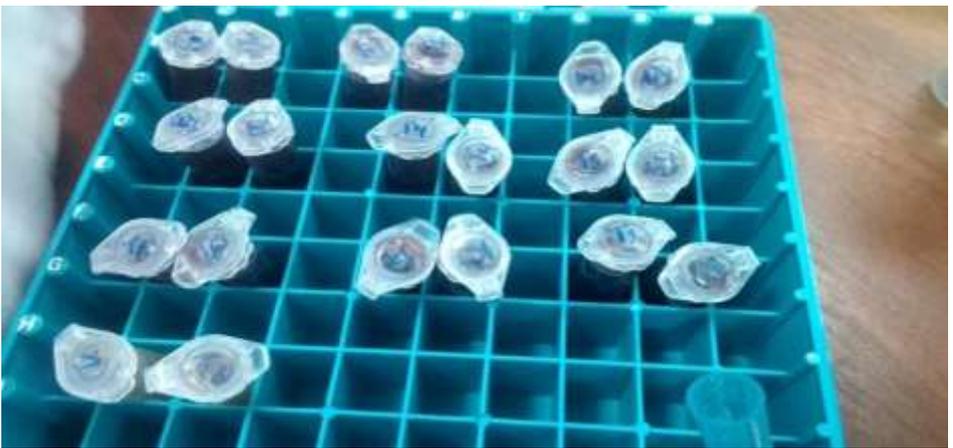


Figura 35. Centrifugación de muestras



Figura 36. Diluciones de muestras para polifenoles

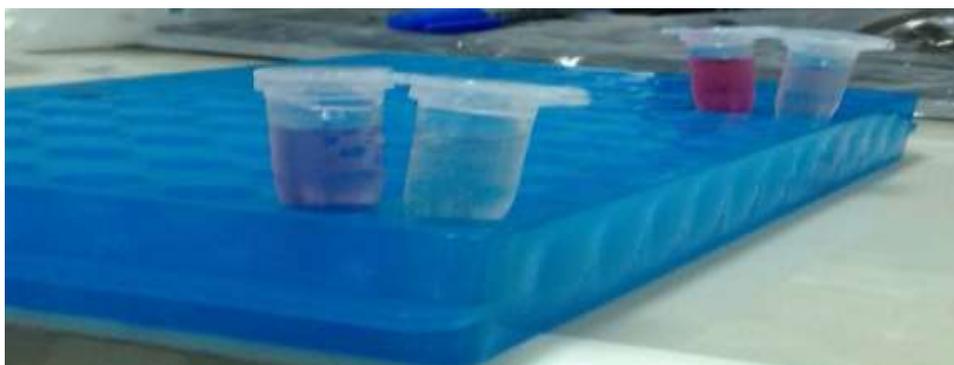
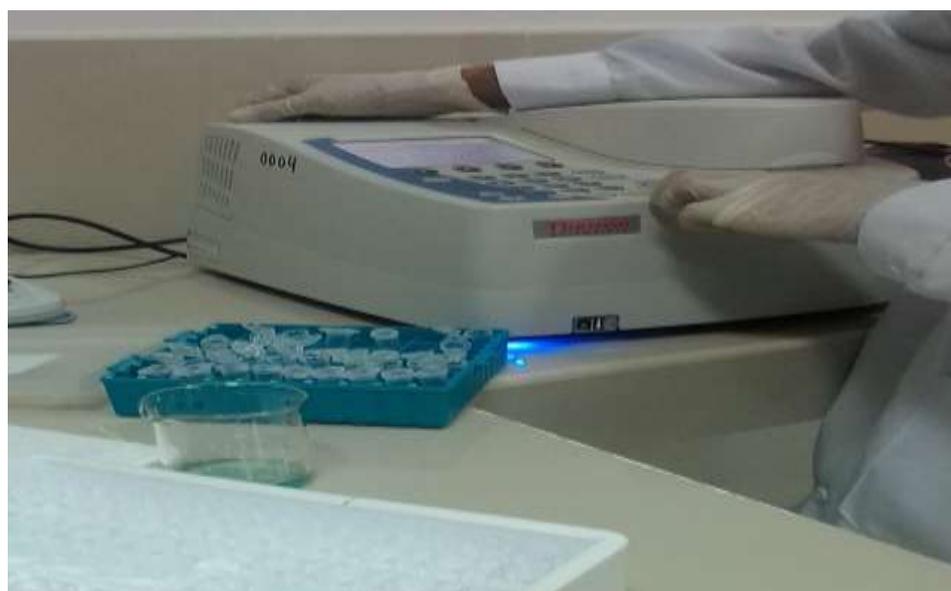


Figura 37. Muestras combinadas para lectura



Figura 38. Lectura de muestras en espectrofotómetro



ANEXO 6

Anexo 6a. datos de caracterización de materia prima.

caracterización de materia prima arándano

	Peso (g)	Diámetro(mm)	Longitud (mm)	Solidos solubles (Brix)	PH	% acidez (ácido cítrico)
	2,3	15,24	8,9	8	4	0,4
	0,79	11,56	7,9	8	4	0,41
	1,47	14	8	8	4	0,31
	0,77	11,53	7	8	4	0,41
	1,66	14	7	7,5	3	0,48
	0,7	11,08	7	8	4	0,3
	1,9	15,28	7	8	5	0,35
	0,69	10,79	7	8	4	0,4
	0,45	9,55	7	7,5	3,5	0,48
	1,59	15,55	6	8	4	0,31
	0,66	10,25	8	7,5	3	0,45
	0,66	10,23	8	8	4	0,45
	1,27	9,31	7	8	3	0,41
	0,45	11	7	8	4	0,45
	0,47	9,52	8	8	5	0,31
	1,86	15,2	9	8	4	0,45
	1,83	14	8	9	5	0,48
	0,44	8,99	9	8	4	0,41
	1,8	11,1	8	9	5	0,31
	1,7	10,1	8	9	4	0,35
Promedio	1,17	11,91	7,64	8,08	4,03	0,40
SD	0,62	2,28	0,80	0,44	0,62	0,06

ANEXO 7

Anexo 7a. Autorización del laboratorio.

Ministerio de Salud
Promoviendo una atención Primaria
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
HUANUCO

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
REGISTRO REGIONAL DE ESTABLECIMIENTOS PUBLICOS
LEY GENERAL DE SALUD 2002 - C.A.L.A. D.L. 803 y D.S. 007-90 - SA
Registro N° 059 / 2018 - GR-DRS-HCO-DESA

PROPIETARIO /O REPRESENTANTE : RICARDO ERIK AYALA POMA

PARA EL FUNCIONAMIENTO DE : LABORATORIO DE ANALISIS CLINICO
ALIMENTOS Y AGUAS BIO VITAL SAC.

SITUADO EN / DIRECCION : AV. MICAELBA BASTIDAS 339 INT. 1-2 - AMARILIS

PERIODO DE VIGENCIA : UN AÑO

VENCIMIENTO : 27 de Agosto del 2019

- El interesado comunicará por escrito a la Dirección Regional de Salud en caso de cierre traspaso, ampliación y/o cambio de negocio, con la finalidad de renovar el presente Registro.
- El presente documento será anulado cuando el establecimiento no cumple con las condiciones sanitarias exigidas de acuerdo a las normas vigentes.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LA PLAZA DEL PUEBLO

Amarilis, 27 de Agosto del 2018.

Anexo 7b. Licencia de funcionamiento.

LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTABLECIMIENTO COMERCIAL, INDUSTRIAL Y/O DE SERVICIOS

LEY N° 28976
N° 001563

Este certificado debe ser colocado en lugar visible del establecimiento. Es personal e intransferible. No autoriza el uso de la vía pública. Expresamente respalda el giro autorizado. Caso contrario se cancela automáticamente esta licencia.

IDENTIFICACION DEL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO

RUC	RUC: 20170210002					
EST. SOC. Y NOMBRES Y RAZÓN SOCIAL	SERVICIOS INTEGRALES BIO VITAL S.A.C.					

UBICACION Y DATOS DEL ESTABLECIMIENTO

UBI. ZON.	PALCAZAMBA				
UBI. N. CALLE PRINCIPAL	AV. MICHAELA BASTIDAS N° 247				
	N°	AL	LOTI	BUSILAS	TELÉFONO
		X	X		XXXXXX

NOMBRE COMERCIAL

NOMBRE COMERCIAL	REG. N°
LABORATORIO ANALISIS CLINICOS, ALIMENTOS Y SALUD BIO VITAL S.A.C	74.14

ACTIV. ECONÓMICA

ACTIV. ECONÓMICA	UBICACIONES
SERVICIO	LABORATORIO CLINICO

Palcazamba, Arequipa, Perú, del 20 de 2017

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

Prof. Willy C. Cáceres Huamán
DIRECTOR GENERAL DE REGISTRO