



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**

“Efecto de la temperatura y tiempo en la degradación del ácido  
Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano)”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Agroindustrial**

**AUTOR:**

González Otoyá Neyra, Julio Alejandro ([orcid.org/0000-0002-7510-570X](https://orcid.org/0000-0002-7510-570X))

**ASESORA:**

MSc. Pagador Flores, Sandra Elizabeth ([orcid.org/0000-0001-6371-7138](https://orcid.org/0000-0001-6371-7138))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Procesos Agroindustriales

Línea de responsabilidad social universitaria:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

Trujillo - Perú

2022

## **DEDICATORIA.**

A Dios todo poderoso por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, que me ha guiado y cuidado hasta hoy.

A ti madre, por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad. ¡Gracias por darme la vida! ¡Te quiero mucho!

A ti padre a quien le debo todo en la vida, te agradezco el cariño, tu ejemplo, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaste para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanas por su amor incomparable, apoyándome y regañándome cuando era necesario y haciéndome pasar momentos inolvidables. ¡Gracias!

## **AGRADECIMIENTO.**

A Dios por permitir el desarrollo de esta investigación de manera exitosa.

A la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad César Vallejo de Trujillo, por permitirme el acceso para la ejecución de mi tesis.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad César Vallejo de Trujillo, por haber contribuido con sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación profesional.

Para la culminación de la presente tesis, he podido contar con la colaboración de varias personas, quienes con sus consejos, incentivos, conocimientos y esfuerzos han contribuido de manera muy especial al desarrollo y culminación de este trabajo, gracias a todos ustedes los estimo mucho.

Ing. Sandra Pagador Flores, docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, mi asesora y amiga, gracias por su tiempo, motivación y dedicación para la realización de este trabajo.

A toda mi familia, por haberme dado todo su apoyo y consejo en los momentos que lo necesitaba.

A mis amigos por estar siempre apoyándome y acompañándome cuando lo necesito.

**Julio Alejandro González Otoya Neyra**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
Tipo de estudio: Aplicado.....	9
Diseño: Diseño experimental. ....	9
3.2. Variables y operacionalizacion .....	10
Población: Fue establecida por todos los frutos de arándanos cosechados en la región de La Libertad.....	11
Muestra: Para el desarrollo de la tesis se tomó 15 kg de Arándano, que estuvieron en estado maduro, de textura muy suave, color de piel azul oscuro. ....	11
Muestreo No probabilístico por conveniência.....	11
3.5. Procedimiento.....	12
Evaluación del tratamiento térmico .....	14
Determinación del valor $P_0$ . ....	14
3.6. Métodos de análisis de datos .....	15
3.6.1. Desviación estándar (DS) .....	15
3.6.2. Análisis de Varianza (ANVA).....	15
3.6.3. Prueba de Duncan .....	16
IV. RESULTADOS .....	17

V. DISCUSIÓN .....	24
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	29
VIII. REFERENCIAS .....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Composición Química del Fruto de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano). (100g. parte comestible) en peso fresco .	10
Tabla 02. Operacionalización de variables.....	15
Tabla 03. Tiempo y temperatura de pasteurización .....	17
Tabla 04. Determinación de ácido Ascórbico .....	17
Tabla 05. Modelo de aplicación de análisis de varianza .....	17
Tabla 06. Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad .....	18
Tabla 07. Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para la degradación de en ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano)..	19
Tabla 08. Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el Po en la jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano).....	20
Tabla 09. ANVA del contenido de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano).....	20
Tabla 10. ANVA de la degradación de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano). .....	20
Tabla 11. ANVA del Po en una jalea de arándano .....	21
Tabla 12. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan del contenido de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano). .....	21
Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan de la degradación de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano). .....	22
Tabla 14. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan del Po en una jalea de arándano .....	23

Tabla 15. Medias de los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) para la determinación del orden de reacción de la cinética de degradación térmica del contenido de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano). .....	51
Tabla 16. Po de los distintos tratamientos térmicos .....	52
Tabla 17. Contenido de ácido Ascórbico de los distintos tratamientos térmicos .....	53
Tabla 18. Degradación de ácido Ascórbico de los distintos tratamientos térmicos .....	54
Tabla 19. Datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano) tratada térmicamente. (Repetición 1).....	54
Tabla 20. Datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano) tratada térmicamente. (Repetición 2).....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de flujo general del proceso de elaboración de jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano) .....	10
<i>Figura 2.</i> Esquema experimental donde se evaluó el efecto del tratamiento de pasteurización en la menor degradación de ácido Ascórbico en una jalea de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Arándano).....	12
<i>Figura 3.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Primera Repetición) .....	46
<i>Figura 4.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Primera Repetición) .....	46
<i>Figura 5.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Primera Repetición) .....	47
<i>Figura 6.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Segunda Repetición).....	47
<i>Figura 7.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Segunda Repetición) .....	48
<i>Figura 8.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Segunda Repetición) .....	48
<i>Figura 9.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Tercera Repetición) .....	49
<i>Figura 10.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Tercera Repetición) .....	49
<i>Figura 11.</i> Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Tercera Repetición) .....	50
<i>Figura 12.</i> Efecto de la temperatura sobre el contenido de ácido Ascórbico.....	56
<i>Figura 13.</i> Efecto de la temperatura sobre el Po .....	56



<i>Figura 14.</i> Efecto de la temperatura sobre la degradación de ácido Ascórbico.....	57
<i>Figura 15.</i> Efecto del tiempo sobre el contenido de ácido Ascórbico .....	57
<i>Figura 16.</i> Efecto del tiempo sobre el Po .....	58
<i>Figura 17.</i> Efecto del tiempo sobre la degradación de ácido Ascórbico .....	58
<i>Figura 18.</i> Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre el contenido de ácido Ascórbico.....	59
<i>Figura 19.</i> Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre el Po .....	59
<i>Figura 20.</i> Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre la degradación de ácido Ascórbico .....	60
<i>Figuras de la 21 a la 29,</i> Se presenta los efectos de las interacciones tiempo – temperatura sobre contenido y degradación de ácido Ascórbico y Po. ....	61

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la temperatura y tiempo en la degradación del Ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano).

La degradación del Ácido Ascórbico, en la jalea de arándano, sometida a tratamientos térmicos a diferentes temperaturas: 80, 85 y 90 °C y tiempos: 10, 15 y 20 minutos, respectivamente, comparándose con una jalea de referencia (fresca) sin tratamiento térmico.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor porcentaje de degradación, 0.2% se obtuvo con el tratamiento térmico de 90 °C - 20 min y el estudio de la cinética de degradación del Ácido Ascórbico por efecto del tratamiento térmico, en la jalea de arándano siguió una cinética de primer orden.

Concluyendo que el tratamiento 1 (80 °C por 10 minutos) como el tratamiento 2 (80 °C por 15 minutos), fueron aquellos que mantuvieron mayor contenido de Ácido Ascórbico, por otro lado, el tratamiento 3 (90 °C por 20 minutos) obtuvo un mayor porcentaje de degradación de Ácido Ascórbico, así mismo mayor efectividad de destrucción de enzimas y microorganismos termo resistentes indeseables, asegurando la vida útil de la jalea, y cuyo  $P_0$  fue de 3,706 minutos en comparación con los demás tratamientos.

**Palabras clave:** Tratamiento térmico, tiempo, temperatura, degradación de Ácido Ascórbico.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of temperature and time on the degradation of Ascorbic Acid in a *Vaccinium corymbosum* L. (Blueberry) jelly.

Ascorbic Acid degradation in blueberry jelly subjected to heat treatments at different temperatures: 80, 85 and 90 °C and times: 10, 15 and 20 minutes, respectively, compared with a reference jelly (fresh) without heat treatment.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor porcentaje de degradación, 0.2% se obtuvo con el tratamiento térmico de 90 °C - 20 min y el estudio de la cinética de degradación del Ácido Ascórbico por efecto del tratamiento térmico, en la jalea de arándano siguió una cinética de primer orden.

Concluding that treatment 1 (80 °C for 10 minutes) and treatment 2 (80 °C for 15 minutes), were those that maintained a higher content of Ascorbic Acid, on the other hand, treatment 3 (90 °C for 20 minutes) obtained a higher percentage of degradation of Ascorbic Acid, likewise greater effectiveness of destruction of enzymes and undesirable heat-resistant microorganisms, ensuring the useful life of the jelly, and whose  $P_0$  was 3,706 minutes compared to the other treatments.

**Keywords:** Thermal treatment, time, temperature, degradation of Ascorbic Acid

## I. INTRODUCCIÓN

El *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), conocido como blueberry, es un fruto con alto contenido de antioxidantes, flavonoides, vitaminas y fibras (Hurkova, et al, 2019). Se le reconocen propiedades antioxidantes y nutricionales. Ayuda a controlar el desarrollo de bacterias, problemas digestivos, infecciones gastrointestinales. Desinfectante, reduce la presencia de microorganismos en las células epiteliales del sistema urinario, previniendo infecciones. Regula el pH de la orina, impidiendo la presencia de microorganismos nocivos, reduciendo la probabilidad de formación de cálculos (fosfato de calcio). Su acción antioxidante, reduce la acción de los radicales libres reduciendo la posibilidad de aparición del cáncer y enfermedades cardiovasculares (Meléndez et al, 2021).

El *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano) contiene aproximadamente el 82% de agua, su presencia en los tejidos es ocasionada entre otras causas, del agua disponible en la tierra durante la cosecha (Agro Divulgación, 2018).

Los frutos de *Vaccinium spp* presentan en promedio 84 kcal/100 g, un 80% a 90% de agua, 20% de sólidos, de estos, proteínas (0,7%), carbohidratos (16,9% - 18,1%) y lípidos (1%) (Coba-Santamaría et al., 2012; Franco et al., 2016). Los frutos de arándanos también contienen vitaminas como: niacina (0,18 mg/100 g FF), tiamina (0,05 mg/100 g FF) y ácido ascórbico (14 g/100 g FF). Así como minerales, hierro (0,64 mg/100 g FF) y calcio (17 g/100 g FF) (Zhang et al., 2019). Presentan un buen contenido de ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas (Arteaga & Arteaga, 2016; Coronel et al., 2019).

Sustancias sindicadas como protectoras contra enfermedades en las personas, especialmente cancerígenas y diabetes (Aldaba-Márquez et al., 2016; Anticona et al., 2016; Rodríguez-Daza et al., 2020). Estudios realizados (Nagulsamy et al., 2015; Franco et al., 2016; Spínola et al., 2018; Kim et al., 2019; Tombozara et al., 2020) muestran que los frutos de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) son beneficiosos para las personas que lo consumen, esto ha ocasionado un aumento en su demanda (Franco et al., 2016; Hernández et al., 2017). Las propiedades farmacológicas del *Vaccinium* son atribuidas a su composición química que posee (antioxidantes, anticancerígena, antiviral, antibacteriana y anti fúngica).

En el Perú se realizaron estudios experimentales de siembra de arándanos por el año 2004, mediante un proyecto de cooperación con la Unión Europea, realizaron estudios de zonificación rural de cultivos, determinaron posibles zonas viables para cultivar arándanos concluyendo que Cajamarca, Trujillo y otras zonas parecidas eran potenciales para la siembra a escala industrial de arándanos para exportación, Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri, 2016).

Los sembríos arándano en nuestro país se iniciaron en forma oculta en las zonas productoras del país. La primera plantación se registró el año 2008 en un área de 10 hectáreas con unas 100,000 plantas en una zona de Arequipa, un alto porcentaje de plantaciones murieron al poco tiempo de plantadas. (Red Agrícola, 2017).

El ácido Ascórbico o vitamina C, en la dieta es fundamental en la actividad metabólica del organismo humano y de algunos animales como, primates, cobayos, algunos murciélagos y peces. El ácido ascórbico es soluble en agua, termolábil, se oxida rápidamente en presencia de álcalis y cationes metálicos. Se ha observado su efecto benéfico como antioxidante reduciendo el peligro en enfermedades de los pulmones, cardiovasculares y el cáncer no hormonal (Bree et al., 2012).

El ácido ascórbico (AA) trascendental antioxidante no enzimático soluble en el agua se encuentra en el plasma, en forma de anión ascorbato ( $AA^-$ ) y en menor proporción, como radical ascorbilo ( $AA^{\cdot-}$ ) y anión deshidroascorbato ( $DHA^-$ ). Estos dos últimos iones se forman mediante reacciones de oxidación sucesivas y reversibles del ion ascorbato (Toth, 2018). Casi todos los mamíferos sintetizan AA en el hígado utilizando la glucosa; a excepción de los humanos, cobayos, monos y algunos murciélagos pues no tienen la enzima que cataliza su biosíntesis (L-gulono-lactona oxidasa) y deben obtenerlo en la alimentación.

Ciertas variedades de *Vaccinium*, como *V. oldhamii*, se distinguen por neutralizar la  $\alpha$ -amilasa, cuya abundancia podría ocasionar daños en el páncreas (Kim et al., 2019). Así mismo las sustancias antioxidantes de los arándanos reducen la oxidación ocasionada por radicales libres en el organismo (Lujan et al., 2018; Tombozara et al., 2020).

La variedad *Vaccinium floribundum* presenta elevada capacidad antioxidante, relacionada al contenido de antocianinas como la cianidina y delphinidina (Reyes et al.,

2019). Considerándose una fuente primordial de ácido gálico, flavonoides (quercetina y micertina), ácido ascórbico ( $45,95 \pm 6,75$  mg/100 g FF) y carotenoides como  $\beta$ -caroteno ( $70,64 \pm 2,02$   $\mu$ g/100 g FF) así misma luteína ( $867,01 \pm 7,52$   $\mu$ g/100 g FF) (Alarcón-Barrera et al., 2018). Esta variedad presenta cantidades variables de fenoles desde 100 a 5000 mg /100 g (Torrenegra et al., 2016).

Por lo tanto, es conveniente evaluar el efecto del tratamiento térmico aplicado en la elaboración de jalea de arándanos en la degradación de ácido Ascórbico (vitamina C).

En el siguiente trabajo de investigación se planteó como problema general:

¿Cuál será el efecto de la temperatura y tiempo en la degradación del ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano)? Y problemas específicos, ¿Cual el contenido de ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano)?, ¿Cuál el valor  $P_0$  de los tratamientos térmicos de una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano)?, ¿Cuál es el orden de reacción que sigue la degradación del ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano)?  
Estableciendo como objetivo general: Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización en la degradación del ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) y objetivos específicos: Determinar el contenido de ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), determinar el valor  $P_0$  de los tratamientos térmicos de una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), determinar el orden de reacción que sigue la degradación del ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano).

## II. MARCO TEÓRICO

En nuestro país se inicia el cultivo de arándano exclusivamente para exportación a partir del año 2010. Inicialmente el valor de la exportación fue de 32 mil dólares, el año 2011 la exportación ascendió a 6 toneladas. Cinco años después, las exportaciones crecieron a 243 millones de dólares, 28 mil toneladas y 3,200 hectáreas sembradas (Minagri, 2016). Las exportaciones el año 2016 fueron a Estados Unidos, un 54%, Holanda con un 23% y Reino Unido con un 14%. (SUNAT, 2016). La producción peruana estaba centrada en las regiones de La Libertad, con el 90% de la exportación peruana. Luego le siguen Áncash, Arequipa, Cajamarca, Ica, Lima y Lambayeque (Minagri, 2016).

Más del 90% de la producción de arándanos en nuestro país, se exporta, ubicándonos como el mayor exportador en el mundo de estos *berry*, indicadores muestran un aumento del consumo el mercado interno. “Sobre todo en Lima el arándano ha despegado, lo que pasa es que como producimos 160.000 toneladas y somos los principales exportadores del mundo, superando a Chile, no podemos embutirle a Perú muchas toneladas”, manifestó Fernando Cillóniz, presidente de Inform@cción. (Agencia agraria de noticias, marzo 2021). La información nos indica que existe un excedente de arándanos para el mercado interno de unas 16,000 toneladas, de este total unas 3 mil toneladas (5%) se destinan a la elaboración de jaleas.

El ácido ascórbico, actúa como un antioxidante natural protegiendo a las macromoléculas en el organismo de perjuicios ocasionados por radicales libres (Gabriel et al. 2015). En estaciones de abundancia es necesario procesar las frutas para su almacenamiento y conservación, algunos procesos térmicos de conservación ocasionan la degradación de sus componentes como el ácido Ascórbico con la consecuente pérdida de sabor, olor y color.

Mendoza F. A., Arteaga M.R., Pérez O. A., (2017), investigaron la degradación del ácido ascórbico en el mango (*Mangifera indica L.*) y lacto suero. aplicando el método AOAC 967.21/90, mediante el tratamiento térmico, pasteurizándolo a 72°C por 15 segundos y luego se almaceno a 4° C y 28°C, partiendo de una concentración inicial de 15,60 mg/100 g. Los resultados obtenidos de la concentración de ácido ascórbico

fueron,  $15,60 \pm 1,22$ ,  $14,46 \pm 0,60$ ,  $13,15 \pm 0,56$  y  $12,34 \pm 0,90$  durante las semanas 0, 1, 2 y 3, respectivamente. Concluyendo que la concentración de ácido ascórbico disminuyó desde  $15,60 \text{ mg}/100 \text{ g}$  a  $12,34 \text{ mg}/100 \text{ g}$  en dicho tiempo. Durante el proceso a  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  no presentó variación, mostrando una ligera variación de la concentración del ácido ascórbico de  $15,60$  a  $13,94 \text{ mg}/100 \text{ g}$ .

Domínguez E, Ordoñez E. (2014), en Tingo María, Perú evaluaron la concentración y capacidad antioxidante, del ácido ascórbico de jugos de frutos cítricos. como Lima Dulce (*Citrus limetta*), Limón Tahití (*Citrus latifolia*), Limón Rugoso (*Citrus jambhiri lush*) y Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 20 días, y analizados por espectrofotometría.

Las concentraciones iniciales de ácido ascórbico fueron, Lima Dulce  $50,2 \pm 0,9 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ , Limón Tahití  $21,1 \pm 0,5 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ ; Limón Rugoso  $27,7 \pm 0,2 \text{ mg}/100 \text{ mL}$  y Mandarina Cleopatra  $16,1 \pm 0,4 \text{ mg}/100 \text{ mL}$  de zumo. Observando una disminución del ácido ascórbico del 31% en el zumo de lima dulce, 44% en el zumo de limón Tahití, 26% en el zumo limón rugoso y 47 % en el zumo de mandarina cleopatra.

Ordoñez E, Reategui D, Villanueva J. (2018), efectuaron en Huánuco, Perú el análisis de Polifenoles totales y su capacidad antioxidante utilizando cáscaras y hojas de frutos cítricos. La determinación de polifenoles totales se efectuó aplicando el método colorimétrico (espectrofotométrico), de Folin-Ciocalteu. Obteniendo como resultado polifenoles en la naranja valencia  $1,68 \pm 0,04 \text{ g AGE}/100 \text{ g}$ ,  $1,40 \pm 0,024 \text{ g AGE}/100 \text{ g}$  en las hojas y cáscaras respectivamente.

Ácido Ascórbico, es una vitamina hidrosoluble, que presenta propiedades antioxidantes, esta función se debe a la presencia de ácido l-ascórbico y su estructura oxidada constituyéndose en ácido dehidroascórbico (DHAA), las dos formas presentan actividad biológica en las personas.

El ácido ascórbico tiene la capacidad de ceder electrones evitando los daños por oxidación. Es un compuesto reductor; cuando cede electrones se convierte en radical ascorbato, que es un compuesto con la presencia de un electrón desapareado en un medio fuertemente deslocalizado, razón por la cual se le considera como un radical



libre poco agresivo, convirtiéndose en un buen antioxidante, esta propiedad está basada en la capacidad para ceder un átomo de hidrogeno a los radicales libres.

El ácido ascórbico en conjunto con las vitaminas E y A, protege de la degradación y el deterioro a las células y tejidos al incapacitar los radicales libres por sus propiedades antioxidativa, los jugos de naranja recién extraído presentan propiedades organolépticas agradables muy diferente al procesado.

El ácido ascórbico presenta elevada capacidad de reducción, tiene un grupo enodiol, que al eliminar un átomo de hidrogeno se convierte en ácido L-dehidroascórbico, reacción generada espontáneamente a partir del ácido Ascórbico al contacto con el aire del medio ambiente. La vitamina C, dona átomos de hidrógeno y se convierte en ácido dehidroascórbico, quien así mismo hidrolizar el anillo lactónico forma el ácido 2,3-dicetogulónico, esta reacción es irreversible ocasionando la perdida de la acción vitamínica y su función antiescorbutica.

El ácido Ascórbico es muy sensible a variados parámetros del proceso conservación y almacenaje, los parámetros principales que afectan la cantidad de este acido en el jugo de naranja son: Oxigeno, pH, enzimas, la luz, los catalizadores metálicos y las altas temperaturas. El ácido ascórbico se degrada hasta ácido 2,3- dicetogulónico, a partir de la lactona, correspondiente al dehidroascorbato elevadamente inestable comparado con el ascorbato por su rápida disposición para hidrolizarse; que siempre se degrada muy rápidamente por descarboxilación, generándose la reducción de la cantidad de éste micronutriente.

La formación del ácido dicetugulónico, se realiza instantáneamente a pH básico, muy rápido a pH neutro y muy lento a pH ácido<sup>20</sup> . La reducción durante el tratamiento térmico y posterior almacenaje o durante la pasteurización son primordiales en los alimentos procedentes de frutas o jugos pues se degrada un gran porcentaje de ácido ascórbico transformándose de ácido L-ascórbico a ácido deshidroascorbico.

La permanencia del ácido Ascórbico está condicionada a los parámetros físicos durante el almacenamiento y la composición del producto, por ser muy reactivo, presenta tres caminos a la degradación: La oxidación catalizada, la oxidación sin

catalizador y la reacción en condiciones anaeróbicas, pero la reducción de la concentración a elevadas temperaturas son las más importantes.

Beneficios del ácido ascórbico. Esta vitamina protege a los lípidos de los daños peroxidativos, así mismo favorece la absorción del hierro, así mismo hay investigaciones que indican que el ácido ascórbico favorece a una buena dilatación de los vasos sanguíneos de origen endotelial. Del mismo modo, elevadas concentraciones de ácido Ascórbico en el plasma están vinculado con un reducido riesgo de catarata.

Wibowo, et al (2015), investigo sobre el deterioro del sabor y del ácido ascórbico en papilla y jugo de mango pasteurizados a temperaturas de 75, 80, 85 y 88°C. El análisis de la cantidad de ácido Ascórbico después del tratamiento se realizó mediante el método 967.21 del AOAC. Se consiguieron cantidades constantes de degradación del ácido (k), en los cuales los jugos presentaron mayor deterioro que las papillas. Aun así, las papillas mostraron una mayor disminución del valor de sus constantes en todos los tratamientos térmicos.

Souza (2017), Proceso de calentamiento con vapor y suplemento de goma xantana para conservar las sustancias fenólicas y actividad antioxidante de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*), el estudio determino que posterior al proceso térmico con vapor de agua directamente los resultados fueron mejores en comparación con el proceso térmico por conducción, en el total de principios activos de los fenoles, flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos separados en el tiempo almacenado. La dosificación de goma xantana fue de 0,5% (m/m), conservaron elevadas cantidades de antocianinas presentes, taninos hidrolizables, ácido gálico, clorogénico y quercetina en la pasta de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*), durante el tiempo de almacenaje.

Orosco, F., (2017). Estudio el efecto de la temperatura en la velocidad de degradación del ácido ascórbico en la pasta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Estudio realizado mediante el método del 2.6 Diclorofenol indofenol para la valorización del ácido ascórbico y aplico la técnica de los mínimos cuadrados para calcular los parámetros cinéticos. Las rodajas de tomate de árbol cortadas por la mitad se

escaldaron a una temperatura comprendida entre 60°C y 80 °C y durante 10 minutos. Concluyendo que los porcentajes de ácido ascórbico en la pulpa de tomate de árbol se reduce mientras la temperatura es más elevada, la disminución del ácido ascórbico responde a una cinética de primer orden en todos los tratamientos ( $k = 0.0165 \pm 0.0008 - 0.0825 \pm 0.003 \text{ min}^{-1}$ ) y la energía de activación  $E_a$  fue de 21.434 Kcal/mol. y a la ecuación de Arrhenius.

Camayo-Lapa et al (2020), prepararon una mermelada de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch) para niños, sin preservantes químicos con vida útil duradera. Se evaluó el efecto de la adición de goma xantana (GX) a tres proporciones (0,10%, 0,15% y 0,20%) en las características reológicas. Se determinó las propiedades físicas, fisicoquímicas y microbiológicas. A diferentes grados de acidez, se evaluó la vida útil de la mermelada de zapallo a mediante el método de pruebas aceleradas a 20 °C, 30 °C y 40 °C y durante 0, 10, 20, y 30 días.

La mermelada preparada a 0,15% de GX presento el mejor tratamiento, con una aceptación de “Me gusta” para las propiedades de color, olor, textura, sabor y apariencia general (3,80 a 4,13 puntos), con un de 82,45% de humedad, 5,40 de pH, 17 °Brix, y ausencia de mohos, levaduras y coliformes totales. La vida útil calculada a 20 °C, 30 °C y 40 °C fue de 125, 75 y 45 días, respectivamente. Los resultados reportaron que para realizar un tratamiento térmico apropiado; el tiempo de tratamiento no debe superar 25.87, redondeando se utiliza 26 min a 115°C consiguiendo una mermelada inocua y con 94.24 ppm de ácido Ascórbico que representa el 46.6% de contribución de esta vitamina según el requerimiento diario para infantes, de acuerdo a lo indicado por la FAO y WHO.

### III. METODOLOGÍA

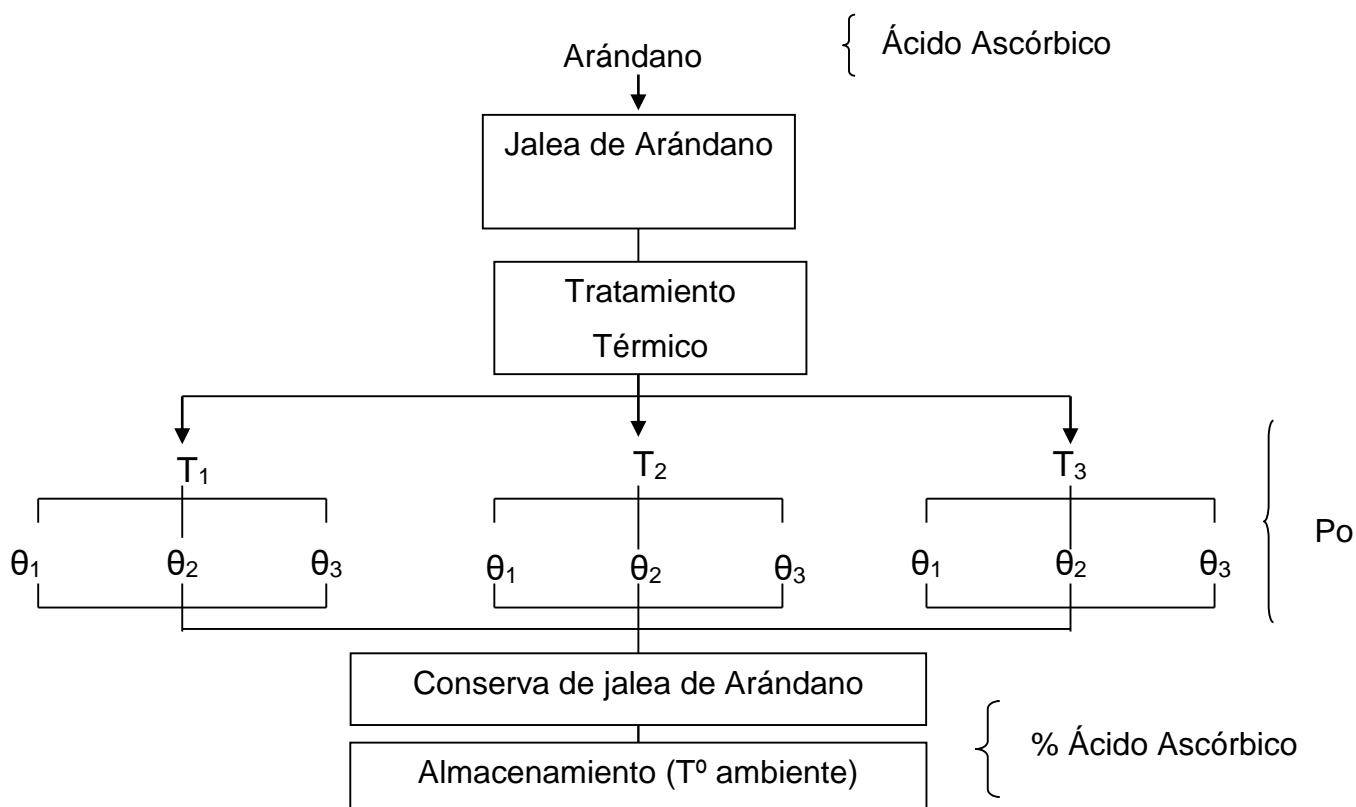
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de estudio:** Aplicado.

**Diseño:** Diseño experimental.

Para el diseño experimental se utilizó dos variables independientes que son la temperatura (3 niveles) y el tiempo de pasteurización (3 niveles), obteniéndose 9 tratamientos. Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones, siendo un total de 27 unidades experimentales.

En la Figura 2 se observa el diagrama del desarrollo experimental. Luego de ser envasado la jalea de arándano se sometió al proceso térmico con diferentes combinaciones de tiempo y temperatura de pasteurización. En cada tratamiento se monitoreó las temperaturas del proceso para determinar el valor  $P_0$ , el cual indica la esterilidad comercial de la conserva. Las muestras se almacenaron a temperatura ambiente para luego realizar los análisis de contenido de ácido Ascórbico.



**Figura. 1.** Esquema experimental donde se evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización en la degradación del ácido Ascórbico en la jalea de Arándano

**Leyenda:**

$T_1 = 80\text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_1 = 10'$
$T_2 = 85\text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_2 = 15'$
$T_3 = 90\text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_3 = 20'$

**3.2. Variables y operacionalización**

**a. Variables independientes**

- Tiempo
- Temperatura

**b. Variable dependiente**

- Degradación del ácido ascórbico

En la tabla 01 se muestra la Operacionalización de los variables

**Tabla 01.** Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independientes:  Temperatura	Magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.	La medición de la temperatura se realizó por medio de unos sensores de temperatura.	Temperatura (°C)	De intervalo

Tiempo	Magnitud con la que se estima la duración de un determinado fenómeno o suceso.	El tiempo se midió con 10, 15 y 20 minutos por cada tratamiento térmico de 80, 85 y 90°C.	Tiempo (minutos)	De intervalo
Dependiente Degradación del ácido Ascórbico	Conjunto de reacciones químicas que hace que el ácido Ascórbico se transforme en otro más sencillo.	La degradación del ácido Ascórbico se determinó por la diferencia de contenido de inicial y final, luego del tratamiento térmico aplicado, determinado mediante el análisis volumétrico de óxido-reducción, utilizando una solución de yodo como agente oxidante patrón.	Ácido Ascórbico (mg /100 g de pulpa)	De razón

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Fue establecida por todos los frutos de arándanos cosechados en la región de La Libertad.

**Muestra:** Para el desarrollo de la tesis se tomó 15 kg de Arándano, que estuvieron en estado maduro, de textura muy suave, color de piel azul oscuro.

**Muestreo** No probabilístico por conveniencia.

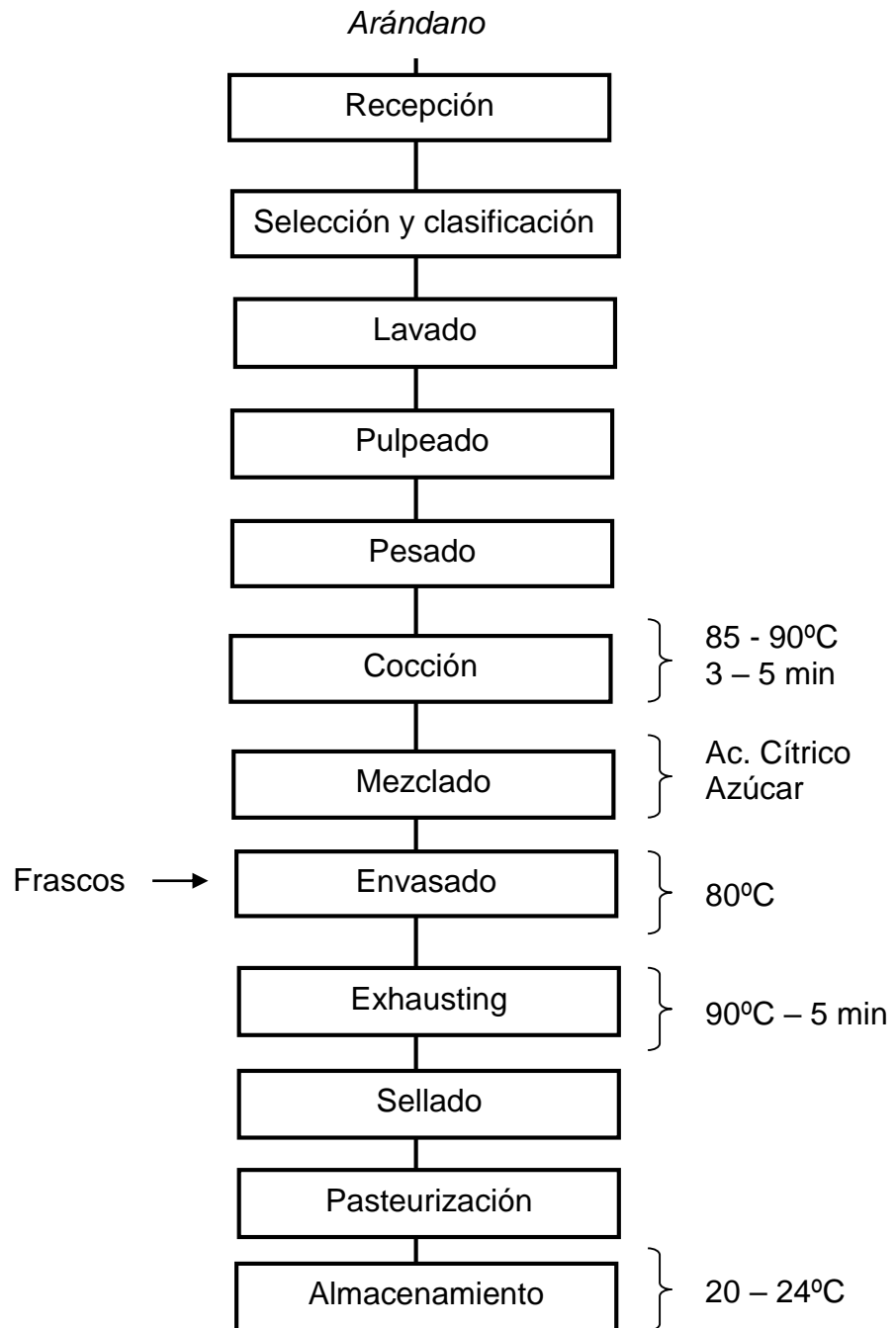
### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la observación de campo,

El instrumento para la recolección y registro de datos obtenidos de los tratamientos térmicos de la jalea de arándano, temperatura, tiempo y ácido Ascórbico, fue la ficha de recolección de datos (Ver anexo).

### 3.5. Procedimiento

A continuación, el proceso general para la elaboración de jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), se muestra en la Figura 1.



**Figura 2.** Diagrama de flujo general del proceso de elaboración de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano).

El diagrama de flujo se muestra en la Figura 2 y a continuación se describe las operaciones:

- a) **Recepción:** *el arándano* se recibió en las jabas o cajas plásticas en que fueron transportadas del campo de producción.
- b) **Selección y clasificación:** se analizó la materia prima recibida y se eligió únicamente aquella que alcanzó la madurez fisiológica y que no presentó daños mecánicos, se debió tener de preferencia un tamaño uniforme. Se eliminó los frutos que presentaron magulladuras, color oscuro u otro tipo de deterioro. Además, se desecharon los arándanos que presentaron daños.
- c) **Lavado:** esta operación se realizó utilizando agua potable fría, sumergiéndola en agua clorada (40 ppm) por 5 minutos para reducir la carga microbiana y suciedad presente en la fruta.
- d) **Pulpeado:** se obtuvo la pulpa de la fruta utilizando una licuadora y luego fue tamizado.
- e) **Pesado:** luego de obtener la pulpa en el proceso anterior se pesó para determinar rendimiento y se realizó el balance de masa para la adición de aditivos en los procesos posteriores.
- f) **Cocción:** se sometió a una cocción de 85 - 90°C por 3 a 5 minutos. La cocción permitió darle textura y sabor a la fruta, aquí se mezcló la pulpa con la mitad del total de azúcar más el ácido cítrico. La cantidad de azúcar dependió del balance de masa a realizar para obtener una compota de 20°Brix.
- g) **Mezclado:** a los 15 minutos de haber empezado el proceso de cocción, se procedió a la adición de la otra mitad de azúcar.
- h) **Envasado:** se hizo a una temperatura de 80 °C, se dejó un vacío para que el sellado sea el adecuado.
- i) **Exhausting:** antes del cierre de los envases se dio un precalentamiento (exhausting o vacío) de cinco minutos a la temperatura de 90 °C. para desalojar el



aire del envase y jalea. La ausencia de aire impide la oxidación y el desarrollo de microorganismos.

j) **Sellado:** se realizó inmediatamente después del exhausting formándose un sellada al vacío, impidiendo el contacto del producto con el aire del ambiente. Este paso se hizo manualmente.

k) **Pasteurización:** se procedió a la pasteurización, mediante la cual los envases de vidrio fueron depositados en la marmita donde se sometieron a las diferentes temperaturas y tiempos indicados en el diseño experimental.

l) **Almacenamiento:** el almacenamiento fue en un lugar limpio y fresco con suficiente ventilación, donde se mantuvo a una temperatura de 20 a 24°.

### **Evaluación del tratamiento térmico**

#### **Determinación del valor $P_0$ .**

Se empleó el método general o Bigelow mejorado. Se monitoreó las temperaturas con sensores ubicados en el centro del producto a pasteurizar, los cuales fueron convertidos en valores de letalidad; para ello se consideró al *Byssochlamys fulva* como microorganismo de referencia con una temperatura de referencia de 93.3°C y con un  $Z = 8.9^\circ\text{C}$

#### **Determinación de ácido Ascórbico.**

El  $\text{I}_2$  (Iodo) utilizado por ser un oxidante suave, oxida el ácido Ascórbico a ácido deshidroascórbico, empleando como indicador una solución de almidón. La titulación de la solución conteniendo ácido Ascórbico, se realizó gota a gota, y con agitador magnético, manteniéndose incolora; hasta la oxidación de todo el ácido Ascórbico, momento en que sucedió el viraje a color azul como consecuencia de la reacción del almidón con el  $\text{I}_2$ .

### 3.6. Métodos de análisis de datos

#### 3.6.1. Desviación estándar (DS)

Se aplicó para contrastar la variabilidad de las medidas estadísticas descriptivas de la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el contenido y degradación del ácido Ascórbico y Po de los distintos tratamientos térmicos aplicados a la jalea de arándano. La desviación estándar se estimó mediante la siguiente ecuación.

$$\sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dónde:

$x_i$  = dato  $i$  que está entre (0,  $n$ )

$\bar{x}$  = promedio de los datos

$n$  = numero datos

#### 3.6.2. Análisis de Varianza (ANVA)

En la tabla 05 se presenta el modelo de análisis de varianza (ANVA) utilizado en el presente trabajo.

**Tabla 02.** Modelo de aplicación del análisis de varianza (ANVA)

Fuente Variables	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	Probabilidad
Factor A	SCA	a-1	CMA	SCA/CME	P
Factor B	SCB	a-1	CMB	SCB/CME	
Error	SCE	a(n-1)	CME		
Total	SCT	N-1			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3. Prueba de Duncan

La prueba de Duncan se aplicó para determinar la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos aplicados con respecto a los resultados del análisis realizado. Se emplearon los promedios de las respuestas y se calculó el valor  $S_{yi}$ , utilizando la siguiente ecuación.

$$S_{yi} = \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Dónde:

= error estándar de  $S_{yi}$  cada promedio.

$MSE$  = medias obtenidas en ANVA

$n$  = número de elementos para un tratamiento específico

Se empleó la tabla de intervalos significativos de Duncan y se obtuvo los valores de  $\gamma_{\alpha}(p, f)$ ; donde  $\alpha$  es el nivel de significancia,  $p$  el número de medias y  $f$  es el grado de libertad del error. Luego se calculó el valor  $R_p$  que es igual al valor  $\gamma_{\alpha}(p, f)$  multiplicado por  $S_{yi}$ . Finalmente se compararon las diferencias de medias con su valor correspondiente de  $R_p$ .

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación respeta las opiniones de los autores citados, referenciándolos.

Se realizó el trabajo considerando el cuidado del medio ambiente.

La presente investigación no presenta plagio alguno, puede haber similitud, pero no plagio.

La opinión presentada por los autores citados fue parafraseada manteniendo la idea expresada por el autor.

#### IV. RESULTADOS

Se utilizaron 15 kg de frutos de arándano. En la tabla 06 se muestra las cantidades del arándano. El rendimiento de la pulpa de arándano obtenido fue cerca del 91.80%.

**Tabla 03.** Rendimiento de la pulpa de arándano.

Arándano	Cantidad
Kg de fruta	15
Kg de pulpa	13.77
% de rendimiento	91.80

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 04.** Caracterización de la fruta de arándano

Parámetros	Valores
° Brix	16
% Acidez	0.839
Ph	3.8
Ácido Ascórbico (mg/100g)	24.96

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 04 se muestran los resultados fisicoquímicos de la fruta de arándano.

**Tabla 05.** Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el contenido de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Ácido Ascórbico	
			(mg/100g)	CV
1	80	10	22,77 ± 0,02	0,1%
2	80	15	22,65 ± 0,03	0,1%
3	80	20	22,59 ± 0,01	0,1%
4	85	10	22,62 ± 0,04	0,2%

<b>5</b>	85	15	22,22 ± 0,03	0,1%
<b>6</b>	85	20	21,79 ± 0,01	0,1%
<b>7</b>	90	10	21,65 ± 0,05	0,2%
<b>8</b>	90	15	21,49 ± 0,01	0,1%
<b>9</b>	90	20	20,85 ± 0,05	0,2%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 05 se muestran las medidas estadísticas descriptivas de la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el contenido de vitamina C de los distintos tratamientos térmicos aplicados a la jalea de arándano.

**Tabla 06. Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para la degradación del ácido Ascórbico en la jalea de arándano.**

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Ácido Ascórbico	
			Degradación (%)	CV
<b>1</b>	80	10	8,774 ± 0,08	0,91%
<b>2</b>	80	15	9,255 ± 0,12	1,30%
<b>3</b>	80	20	9,508 ± 0,046	0,49%
<b>4</b>	85	10	9,388 ± 0,141	1,50%
<b>5</b>	85	15	10,99 ± 0,116	1,05%
<b>6</b>	85	20	12,714 ± 0,046	0,36%
<b>7</b>	90	10	13,208 ± 0,092	0,70%
<b>8</b>	90	15	13,889 ± 0,046	0,33%
<b>9</b>	90	20	16,453 ± 0,185	1,12%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 06 se muestran las medidas estadísticas descriptivas de la desviación estándar y coeficiente de variabilidad para la degradación del ácido Ascórbico de los distintos tratamientos térmicos de la jalea de arándano.

A continuación, en la tabla 10 se muestran los resultados de Po en la jalea de arándano en los distintos tratamientos térmicos con las medidas estadísticas descriptivas de la desviación estándar y coeficiente de variabilidad.

**Tabla 07. Media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el Po en la jalea de arándano.**

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Po	
			Po (min)	CV
1	80	10	0,098 ± 0,0003	0,3%
2	80	15	0,133 ± 0,0003	0,22%
3	80	20	0,354 ± 0,0003	0,08%
4	85	10	0,14 ± 0,0003	0,21%
5	85	15	0,231 ± 0,0003	0,13%
6	85	20	0,327 ± 0,0003	0,09%
7	90	10	1,189 ± 0,0003	0,02%
8	90	15	2,161 ± 0,0003	0,01%
9	90	20	3,706 ± 0,0003	0,01%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 08. ANVA del contenido de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.**

RESPUESTA	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrado medio	F	P
Contenido de Ácido Ascórbico.	Temperatura	2	8.31	4.15	4713.48	0.000000
	Tiempo	2	1.67	0.83	946.73	0.000000
	Interacción T	4	0.48	0.12	136.42	0.000000
	Error	18	0.02	0.0		
	Total	26	10.47			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 08 se muestra el ANVA del contenido de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.

**Tabla 09. ANVA de la degradación del ácido Ascórbico en la jalea de arándano.**

RESPUESTA	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P
Degradación de Ácido Ascórbico	Temperatura	2	132.200	66.100	5760.9	0.000000
	Tiempo	2	27.207	13.604	1185.6	0.000000
	Interacción T*	4	7.791	1.948	169.8	0.000000
	Error	18	0.207	0.011		
	Total	26	167.405			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 09 se muestra el ANVA de la degradación del ácido Ascórbico en la jalea de arándano.

A continuación, en la tabla 13 se muestra el ANVA del Po en la jalea de arándano.

**Tabla 10. ANVA del Po en la jalea de arándano.**

RESPUESTA	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrado medio	F	P
Po	Temperatura	2	27.43581	13.71791	162142512.73	0.000000
	Tiempo	2	4.47733	2.23867	26460532.08	0.000000
	Interacción T	4	5.36341	1.34085	15848562.678	0.000000
	Error	18	0.00002	0.000000		
	Total	26	37.27655			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan del contenido de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.**

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	80	10		0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	80	15	0,0002		0,0224	0,1861	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	80	20	0,0000	0,0222		0,2319	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	85	10	0,0000	0,1861	0,2319		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	85	15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	85	20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
7	90	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
8	90	15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
9	90	20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan del contenido de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.

**Tabla 12. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan de la degradación de ácido Ascórbico en la jalea de arándano.**

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	80	10		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	80	15	0,0000		0,0120	0,1440	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	80	20	0,0000	0,0120		0,1860	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	85	10	0,0000	0,1440	0,1860		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	85	15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	85	20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
7	90	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
8	90	15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
9	90	20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan del Po en la jalea de arándano.

**Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan del Po en la jalea de arándano.**

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	80	10		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	80	15	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	80	20	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	85	10	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	85	15	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
6	85	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
7	90	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
8	90	15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
9	90	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan del Po en la jalea de arándano.

**Tabla 14. Medias de los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) para la determinación del orden de reacción de la cinética de degradación térmica del contenido de ácido Ascórbico.**

<b>Temperatura</b>	<b>Orden 0</b>	<b>Orden 1</b>	<b>Orden 2</b>
<b>80</b>	0,9885	0,9887	0,9889
<b>85</b>	0,9511	0,9514	0,9479
<b>90</b>	0,9722	0,9736	0,9747
<b>MEDIA</b>	<b>0,9706</b>	<b>0,9712</b>	<b>0,9705</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se presentan las medias de los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) para la determinación del orden de reacción de la cinética de degradación térmica del contenido ácido Ascórbico.

## V. DISCUSIÓN

Evaluando el contenido de ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*) tenemos que a la temperatura de 90°C por 10 minutos alcanzo un porcentaje de degradación de 13,21%; es decir 21,64mg/100ml, mejor que el tratamiento de 90°C por 20 minutos con una concentración de ácido Ascórbico de 20,85 mg/100ml que equivale a un porcentaje de degradación del 16,45%. Esto demuestra que si se aplica mayor temperatura el tiempo requerido es menor, lográndose el mismo efecto de pasteurización y obteniendo mejores niveles de los componentes nutricionales y entre ellos el ácido Ascórbico, coincidiendo con la literatura que indica que, en la aplicación de tratamientos térmicos en la pasteurización de frutas, es mejor las temperaturas altas por tiempos cortos (HTST).

En las tablas 08, 09 y 10 se presentan la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el contenido y porcentaje de degradación de ácido Ascórbico. Se observa que los valores de las medias del contenido y porcentaje de degradación del ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*) son proporcionales a las variables, tiempos de tratamiento y temperaturas de proceso aplicados.

De acuerdo a los resultados del presente trabajo, temperaturas superiores a 90°C, han demostrado un efecto de pasteurización favorable en la destrucción de microorganismos termo resistentes así como de enzimas (Kimball, 1999) así como a su vida útil y sus características organolépticas; concluyendo que si se utiliza mayor temperatura se puede utilizar menor tiempo, siendo suficiente para la destrucción de los microorganismos más termo resistentes, avalando así la conservación de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*) en un proceso donde se requiere un tratamiento más efectivo.

En todos los tratamientos aplicados a la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*) se degrado ácido ascórbico a consecuencia de la elevada temperatura y el tiempo de exposición, siendo estos los principales causantes de la reacción de degradación a ácido desoxiascorbico debido a su sensibilidad al calor.

De todos los tratamientos aplicados el que tuvo menor porcentaje de degradación fue el tratamiento 1 (80°C a 10 min.) con 8,78%; es decir, un contenido de 22,77 mg/100ml (en relación a la muestra inicial que contenía 24,98 mg/100ml), coincidiendo con la investigación realizada por (Ulgen y Ozilgen, 1993) quien indica que la pasteurización es la adecuada pues se pierden pequeñas cantidades de agua y elementos del sabor, los cuales se pueden restituir después de la pasteurización recuperando la concentración y sabor iniciales del zumo.

Esto se debe a que esta temperatura de pasteurización (80°C) no es muy drástica, a un tiempo de exposición corto (10 min.) y no ocasiona una degradación severa sobre los componentes de la jalea, permitiéndole mantener una mayor proporción de ácido Ascórbico, aunque esta temperatura y tiempo no garantiza la destrucción de los microorganismos más termo resistentes, esto significa que al utilizar este procesamiento se tiene que controlar el ambiente, manteniendo las condiciones asépticas reduciendo los riesgos de contaminación por elevada carga bacteriana.

El valor  $P_0$  de los tratamientos térmicos de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), fue determinado y en el Cuadro 8 se presenta la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para el  $P_0$  de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) en donde se observa que de todos los tratamientos aplicados el que tuvo menor  $P_0$  fue el tratamiento 1 (80°C a 10 min.) con una media de  $0,098 \pm 0,0003$  en comparación con el tratamiento 9 (90°C a 20 min.) con una media de  $3,7 \pm 0,0003$ . Lo que indica que a partir de 90° con 20 minutos se obtuvo el valor de  $P_0$  adecuado para garantizar la eficacia del tratamiento térmico según Sevilla (2004), que indica que los valores de  $P_0$  para este tipo de conservas están entre los valores de 3 – 5.

Esto puede explicarse debido a que el ácido Ascórbico es rápidamente degradado por la oxidación, principalmente a altas temperaturas y el ácido se degrada rápidamente durante el proceso, almacenaje y cocimiento, afectando el color y cantidad de ácido Ascórbico. (Cabanillas, 2020).

Con los datos obtenidos del contenido y porcentaje de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), la cual fue sometida a distintos

tratamientos térmicos, se realizó el ANVA el cual muestra que, si existen diferencias significativas, para ( $p < 0.05$ ), tanto con la temperatura y el tiempo como con su interacción. Ver tablas 11 y 12.

Así mismo se efectuó una prueba de Duncan la cual se comparó los tratamientos térmicos, que dieron como resultado la pérdida o degradación del ácido Ascórbico, así, el tratamiento 1 tuvo la mayor contenido de ácido Ascórbico con una media de  $22,77 \pm 0,02$  mg/100ml y un porcentaje de degradación de 8,46%, mientras que el tratamiento 9 garantiza una mayor efectividad de destrucción de microorganismos y cuyo contenido de ácido Ascórbico se encuentra dentro de un rango aceptable en comparación del tratamiento 1 con una media de  $20,85 \pm 0,046$  mg/100ml y un porcentaje de degradación del 16,45%. También nos indica que los tratamientos (2 y 4) y (3 y 4) son estadísticamente iguales y tienen un efecto semejante en degradación de ácido Ascórbico. Ver tablas 14 y 15.

En la tabla 13, se realizó el ANVA para el  $P_0$ , el cual muestra que, si existen diferencias significativas, para ( $p < 0.05$ ), tanto con la temperatura y el tiempo como con su interacción. Y en el Cuadro 14 se realizó la prueba de Duncan en la cual se observa que si existen diferencias significativas entre los tratamientos. Lo que muestra que la relación tiempo y temperatura para el efecto letal es inversamente proporcional ya que a menor temperatura mayor tiempo.

Esto puede explicarse debido como consecuencia de la resistencia térmica y a la capacidad calorífica del alimento y del envase, la temperatura del alimento varía más lentamente que la cámara de la autoclave. Específicamente, un punto en el centro del recipiente es el que varía con más lentitud. (Sharma, 2003).

En las tablas 19, 20 y 21 se muestran los datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la oxidación del ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano). Tal como se muestra en el Cuadro 15, los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) indican que una reacción de primer orden caracterizó la cinética de degradación térmica del contenido de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) ( $r^2$ : 0.9706). Resultado similar a la que reportó, Liu et al. (2014) para el deterioro del

sabor y del ácido ascórbico en puré y néctar de mango pasteurizados a temperaturas de 75, 80, 85 y 88°C que propuso una cinética de primer orden para explicar adecuadamente la degradación de ácido ascórbico en puré y néctar de mango. Y también corrobora lo que nos dicen Riera y Gómez (2,019) que, en presencia de exceso de oxígeno disuelto o ambientes carentes de oxígeno, la reacción de descomposición del ácido ascórbico responde a una cinética de primer orden mientras que en ambientes limitados de oxígeno sigue una cinética de segundo orden.

Como los experimentos fueron realizados en un ambiente totalmente aeróbico; concluimos que de acuerdo con esto la cinética de degradación del ácido Ascórbico obedece a una de primer orden lo que confirma los resultados de la presente investigación.

## VI. CONCLUSIONES

Las temperaturas (80, 85 y 90 °C) y tiempos (10, 15 y 20 minutos) de los tratamientos térmicos presentaron efecto significativo sobre el contenido y la degradación de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*), determinándose una mayor degradación de ácido Ascórbico en la jalea a mayor temperatura y tiempo de tratamiento térmico (90 °C, 20min).

A la temperatura y tiempo de tratamiento térmico (90 °C, 20min) en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*), el Po fue de 3,706, con lo que se garantiza un tratamiento térmico eficaz.

El estudio de la cinética de degradación de ácido Ascórbico por efecto del tratamiento térmico, en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (*Arándano*) siguió una cinética de primer orden.

## VII. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto del tratamiento térmico en la capacidad antioxidante de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) a otras temperaturas y tiempos.

Evaluar el efecto del tratamiento térmico en los cambios sensoriales (Sabor, olor y color) en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano).

Evaluar el efecto del tratamiento térmico en las propiedades fisicoquímicas de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) (pH, °Brix, porcentaje de acidez, etc)

Aplicar tratamientos térmicos a partir de 90 °C con 20 minutos para obtener un Po adecuado para garantizar tratamientos térmicos eficaces.



## VIII. REFERENCIAS

AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS. <https://agraria.pe/quienes-somos>, 16 marzo 2021.

ALARCÓN-BARRERA, K. S., Armijos-Montesinos, D. S., García-Tenesaca, M., Iturralde, G., & Alvarez-Suarez, J. M. (2018). Wild Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and Andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth) from the Highlands of Ecuador: Nutritional composition and protective effect on human dermal fibroblasts against cytotoxic oxidative damage. *Journal of Berry Research*, 8, 223-236. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900006&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900006&lng=en)

ALDABA-MÁRQUEZ, J., Concha-Herrera, V., Enciso-Muñoz, V., CarranzaConcha, J. (2016). Funcionalidad del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.). Investigación y Desarrollo en *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 423-428

AGRO DIVULGACIÓN. (2007). Arándano. Calidad post cosecha. Disponible en: [http://www.inia.pt/fotos/gca/8\\_mirtilo\\_qualidade\\_pos\\_colheita\\_1369137340.pdf](http://www.inia.pt/fotos/gca/8_mirtilo_qualidade_pos_colheita_1369137340.pdf). Visitado el 30 de noviembre del 2018.

ANTICONA, M., Frígola, A. M., & Esteve, M. J. (2016). Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados. *UCV-Scientia*, 8, 13- 14.

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, 191-200

BREE, V.; Baetens, J.; Samapundo, S.; Devlieghere, F.; Laleman, R.; Vandekinderen, I.; Noseda, B.; Xhaferi, R.; De Baets, B. & De Neulenaer, B. (2012). Modelling the degradation kinetics of vitamin C in fruit juice in relation to the initial headspace oxygen concentration. *Food Chemistry*, 134, 207-214.

CABANILLAS Montenegro, Ever, "Estudio de la cinética de degradación de vitamina c y color de pulpa de Pitahaya (*Hylocereus monacanthus*) Pasteurizada", Tesis, Universidad Señor de Sipan, Pimentel – Perú 2020

CAMAYO-LAPA, Bécquer Frauberth et al. Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima Dutch*) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria* [online]. 2020, vol.11, n.2 [citado 2022-03-04], pp.203-212. Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000200203&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000200203&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.07>.

COBA-Santamaría, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., & Huachi, L. (2012). Estudio Etnobotánico del Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como Alimento Ancestral y Potencial Alimento Funcional. *La Granja, Revista de Ciencias de la Vida*, 16(2), 5-7. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900040&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900040&lng=en)

CORONEL, L., Pérez, J. B., & León, N. (2019). Influencia de diferentes agentes encapsulantes en la retención de vitamina C en el zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) atomizado. *Agroindustrial Science*, 9(1), 47-52.

DOMÍNGUEZ, E., y Gómez, E. O. (2014). Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina c de zumos cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), limón tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus jambhiri lush*) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. *Revista Investigación y Amazonía*, 3(1), 30-35.

DOMÍNGUEZ E, Ordoñez E. Evaluación de la Actividad Antioxidante, Vitamina C de zumos cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), limón tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus jambhiri lush*) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. *Rev Investigación y Amazonia*. [Internet] 2014; [accesado 15 Nov 2017]; 3(1).30-35 Disponible en: file:///D:/Downloads/ARTICULOS%20ESME%201%20(2).pdf

KIMBALL, D (1999). Procesado de cítricos. Ediciones Acribia, S.A. Zaragoza, España.

FRANCO, Y., Rojano, B., Alzate, A. F., Restrepo, C. E., & Maldonado Celis, M.E. (2016). Efecto del Tiempo de Almacenamiento Sobre Propiedades Fisicoquímicas y Antioxidantes de Productos Derivados del Fruto Agraz. *Vitae*, 23, 184-193. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900055&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900055&lng=en)

GABRIEL AA, Usero JMCL, Rodríguez KJ, Diaz AR, Tiangson- Bayaga CLP. 2015. Estimation of ascorbic acid reduction in heated simulated fruit juice systems using predictive model equations. *Iwt Food Sci Technol*.

HERNÁNDEZ Milacatl, Victoria. Tesis de nivel licenciatura. Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango. Universidad de las Américas Puebla.2003.

HURKOVA, K., Uttl, L., Rubert, J., Navratilova, K., & Hajslova, J. (2019). Cranberries versus lingonberries: A challenging authentication of similar *Vaccinium* fruit. *Food Chemistry*, 284, 162-170. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900076&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900076&lng=en)

KIM, H. N., Baek, J. K., Park, S., Kim, J. D., & Jeong, J. B. (2019). Antiinflammatory effect of *Vaccinium oldhamii* stems through inhibition of NFκB and MAPK/ATF2 signaling activation in LPS-stimulated RAW264.7 cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 291-297

Liu F, Li R, Wang Y, Bi X, Liao X. 2014a. Effects of high hydrostatic pressure and high-temperature short-time on mango nectars: changes in microorganisms, acid invertase, 5- hydroxymethylfurfural, sugars, viscosity, and cloud. *Innov Food Sci Emerg Technol*. [consultado 2015 jun 30];22:22-30. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413001975>. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.11.014>.

LUJAN, M. E., Ayala, C. I., Castillo, E. F., Pinedo, C., & Durand, C. (2018). Desarrollo de un gel de fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) con actividad regeneradora de tejido dérmico. *Arnaldoa*, 25(2), 529-538. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900100&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900100&lng=en)

MELLENDEZ-JACOME, María Raquel et al. *Vaccinium* spp.: Características cariotípicas y filogenéticas, composición nutricional, condiciones edafoclimáticas, factores bióticos y microorganismos benéficos en la rizosfera. *Scientia Agropecuaria* [online]. 2021, vol.12, n.1 [citado 2022-01-28], pp.109-120. Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172021000100109&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000100109&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.013>.

MENDOZA-CORVIS, Fernando Alonso; ARTEAGA-MARQUEZ, Margarita Rosa and PEREZ-SIERRA, Omar Andrés. Degradación de la vitamina C en un producto de mango (*Mangifera indica* L.) y lactosuero. *Corpoica cienc. tecnol. agropecu.* [en línea]. 2017, vol.18, n.1 [citado el 05-03-2022], pp.125-137. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-870620170001000008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-870620170001000008&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0122-8706. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:563](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:563).

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. (2010). Acuerdo de Promoción Comercial PERÚ-EE.UU. Recuperado el 15 de Septiembre 2016 , de [http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=55&Itemid=78](http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=55&Itemid=78)Tabla

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (2015). Programa Subsectorial de Irrigaciones. Recuperado el 27 de Setiembre, de [http://www.psi.gob.pe/home.asp#index\\_home.asp](http://www.psi.gob.pe/home.asp#index_home.asp)

NAGULSAMY, P., Ponnusamy, R., & Thangaraj, P. (2015). Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory, and antiulcer properties of *Vaccinium leschenaultii* Wight. A therapeutic supplement. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 376-386.

ORDONEZ-Gómez, E.S; Reátegui-Díaz, D y Villanueva-Tiburcio, J.E. Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria* [online]. 2018, vol.9, n.1 [citado 2022-03-06], pp.113-121. Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172018000100012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000100012&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.13>.

POTTER, N. La Ciencia de los Alimentos. EDUTEX. México, D.F. 1978.

RED AGRICOLA, 2017. Arándanos en el Perú, Situación actual y perspectivas. Disponible en: <https://www.redagricola.com/cl/arandanos-en-peru-situacion-actual-y-perspectivas/>

REYES, I. Y., Villacres, C. E., Santacruz, S. G., Castro, M. R., & Armas, A. C. (2019). Efecto antibacteriano y antioxidante de frutos rojos ecuatorianos sobre *streptococcus mutans*: estudio in vitro. *Odontología Vita*, 31, 23-30.

RIERA, Antonieta, Gómez Saucedo, Yunet Cinética de la degradación térmica del ácido ascórbico en el jugo de lulo (*Solanum Quitoense Lam*) *Ciencia y Tecnología* 35 (1): 1-7, 2019. ISSN: 2215-5708. Ecuador

RODRÍGUEZ-Daza, M.-C., Daoust, L., Boutkrabt, L., Pilon, G., & Desjardins, Y. (2020). Wild blueberry proanthocyanidins shape distinct gut microbiota profile and influence glucose homeostasis and intestinal phenotypes in high-fat high-sucrose fed mice. *Scientific Reports*, 10(1), 2217

SALAZAR, M. Desarrollo de una compota de zapallo con harina de maíz tostado y estudio de su tratamiento térmico. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos. ESPOL. 2008.

SUNAT (2015). Operatividad Aduanera de la partida de arándano 2014-2015. Recuperado el 03 de Mayo de 2015, de <http://www.aduanet.gob.pe/aduanas/informae/aepartmen.htm> (2017) Acumulado anual por subpartida nacional / país. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de <http://www.aduanet.gob.pe/cl-aditestadispartida/resumenPPaisS01Alias>

SPÍNOLA, V., Pinto, J., & Castilho, P. C. (2018). Hypoglycemic, Anti-glycation and Antioxidant In Vitro Properties of Two Vaccinium Species From Macaronesia: A Relation to Their Phenolic Composition. *Journal of Functional Foods*, 40, 595-605.

SOUZA, V (2017), Tratamiento térmico con vapor y adición de goma xantana para preservar los compuestos bioactivos fenólicos y la capacidad antioxidante de la pulpa de arándanos, (Tesis de posgrado) Universidad Nacional de Pelotas, Brasil.

TOMBOZARA, N., Donnoc. D., Razafindrakotoa, Z., Randriamampiononaa, D., & Beccaro, G. L. (2020). The first assessment on antioxidant and antidiabetic activities of leaves and stems of *Vaccinium secundiflorum* Hook. (Ericaceae), an endemic plant of Madagascar. *South African Journal of Botany*, 130, 422-429.

TORRENEGRA, M. E., Villalobos, O. L., Castellar, E. A., León, G., & Caro, M. S. (2016). Evaluación de la Actividad Antioxidante de las Pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 1-8.

TÓTH SZ, Lőrincz T, Szarka A. Concentration does matter: the beneficial and potentially harmful effects of ascorbate in humans and plants. *Antioxid Redox Signal* 2018; 29(15): 1516-1533. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S0717-7518201900060080000001&lng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0717-7518201900060080000001&lng=en)

WIBOWO S, Grauwet T, Gedefa GB, Hendrickx M, Van Loey A. 2015b. Quality changes of pasteurised mango juice during storage. Part II: Kinetic modelling of the shelf-life markers. *Food Res Int.* [consultado 2015 jun 25];78:410-423. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915301757>. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.001>.

ZHANG, L., Wu, G., Wang, W., Yue, J., & Gao, X. (2019). Anthocyanin profile, color and antioxidant activity of blueberry (*Vaccinium ashei*) juice as affected by thermal pretreatment. *International Journal of Food Properties*, 22, 1035. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900171&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202100010010900171&lng=en)

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Método de yodometría

El siguiente procedimiento está basado en el método de yodometría por el cual se determinó el contenido de vitamina C.

#### Técnica

- Se pesó la muestra de fruta entera.
- Se extrajo el jugo de la fruta.
- Se filtró y midió 5 mL de jugo filtrado.
- Se llevó los 5 mL a una fiola de 50 mL y se enrasó.
- Se colocó el jugo diluido en un matraz de 250 mL .
- Se adicionó 3 mL de almidón al 1%. La muestra mantuvo su color inicial.
- Se llenó la bureta con 50 mL de I<sub>2</sub> al 0.01N y se tituló hasta que la muestra se tornó color azul.
- Se anotó el volumen del gasto de la solución de I<sub>2</sub> al 0.01N
- Se hicieron los cálculos respectivos y expresarlos en mg de vitamina “C” por litro de jugo (ppm de vitamina C)
- Se calculó la cantidad de vitamina C en mg Vit. C/L jugo según la siguiente ecuación.

$$\frac{\text{mg Vitamina C}}{\text{L jugo}} \text{ o ppm Vit. C} = \frac{V \times N \times Vd \times \text{meq Vit C} \times 1000}{Vm}$$

Dónde:

V: Volumen de I<sub>2</sub> gastado (mL)

N: Normalidad de I<sub>2</sub>

Vd: Volumen de dilución del jugo (mL)

Meq Vit. C: 88

Vm: Volumen de muestra (mL)

## Anexo 2

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y  $P_o$  a la temperatura de 80 °C con 10 minutos.

T (min)	Tp (C)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	80	0,0005103
9	67	80	0,0011090
10	70	80	0,0024100
11	73	80	0,0052372
12	73	80	0,0052372
13	75	80	0,0087866
14	75	80	0,0087866
15	75	80	0,0087866
16	75	80	0,0087866
17	74	79	0,0067836
18	74	77	0,0067836
19	73	75	0,0052372
20	73	74	0,0056599
21	72	73	0,0040434
22	71	71	0,0032874
23	71	70	0,0027429
24	70	68	0,0022885
25	69	67	0,0019094
26	68	66	0,0015931
27	68	64	0,0013292
28	67	63	0,0011090

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
30	65	60	0,0006442
31	65	59	0,0006442
32	64	57	0,0004484
33	63	56	0,0003741
34	62	54	0,0003042
35	61	53	0,0002173
36	61	52	0,0002173
37	59	50	0,0001513
38	58	49	0,0001081
39	58	47	0,0001081
40	57	46	0,0000879
41	56	45	0,0000612
42	54	43	0,0000426
43	53	42	0,0000296
44	52	40	0,0000206
45	50	39	0,0000144
46	49	38	0,0000100
47	47	36	0,0000070
48	46	35	0,0000048
49	45	33	0,0000034
50	43	32	0,0000023
51	42	31	0,0000016
52	40	29	0,0000011
30	65	60	0,0006442
31	65	59	0,0006442
32	64	57	0,0004484
33	63	56	0,0003741
34	62	54	0,0003042



A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 80 °C con 15 minutos.

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	80	0,0005103
9	67	80	0,0011090
10	70	80	0,0024100
11	73	80	0,0052372
12	73	80	0,0052372
13	75	80	0,0087866
14	75	80	0,0087866
15	75	80	0,0087866
16	75	80	0,0087866
18	75	80	0,0087866
19	75	80	0,0087866
20	75	80	0,0087866
21	75	80	0,0087866
22	74	79	0,0067836
23	74	77	0,0067836
24	73	75	0,0052372
25	73	74	0,0056599
26	72	73	0,0040434
27	71	71	0,0032874
28	71	70	0,0027429
29	70	68	0,0022885

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
30	69	67	0,0019094
31	68	66	0,0015931
32	68	64	0,0013292
33	67	63	0,0011090
34	67	61	0,0011090
35	65	60	0,0006442
36	65	59	0,0006442
37	64	57	0,0004484
38	63	56	0,0003741
39	62	54	0,0003042
40	61	53	0,0002173
41	61	52	0,0002173
42	59	50	0,0001513
43	58	49	0,0001081
44	58	47	0,0001081
45	57	46	0,0000879
46	56	45	0,0000612
47	54	43	0,0000426
48	53	42	0,0000296
49	52	40	0,0000206
50	50	39	0,0000144
51	49	38	0,0000100
52	47	36	0,0000070
53	46	35	0,0000048
54	45	33	0,0000034
55	43	32	0,0000023
56	42	31	0,0000016
57	40	29	0,0000011

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 80 °C con 20 minutos.

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,00004
1	55	28	0,00004
2	56	39	0,00006
3	56	48	0,00006
4	57	57	0,00008
5	58	69	0,00010
6	60	78	0,00018
7	61	80	0,00023
8	64	80	0,00051
9	67	80	0,00110
10	73	80	0,00523
11	75	80	0,00878
12	75	80	0,00878
13	77	80	0,01474
14	77	80	0,01474
15	77	80	0,01474
16	78	80	0,01909
17	78	80	0,01909
18	78	80	0,01909
19	78	80	0,01909
20	78	80	0,01909
21	78	80	0,01909
22	78	80	0,01909
23	78	80	0,01909
24	78	80	0,01909
25	78	80	0,01909
26	78	80	0,01909
27	77	79	0,01474
28	76	77	0,01167
29	74	75	0,00678
30	74	74	0,00678
31	73	73	0,00523

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
32	73	71	0,00565
33	72	70	0,00404
34	71	68	0,00328
35	71	67	0,00274
36	70	66	0,00228
37	69	64	0,00190
38	68	63	0,00159
39	68	61	0,00132
40	67	60	0,00110
41	67	59	0,00110
42	65	57	0,00064
43	65	56	0,00064
44	64	54	0,00044
45	63	53	0,00037
46	62	52	0,00030
47	61	50	0,00021
48	61	49	0,00021
49	59	47	0,00015
50	58	46	0,00010
51	58	45	0,00010
52	57	43	0,00008
53	56	42	0,00006
54	54	40	0,00004
55	53	39	0,00002
56	52	38	0,00002
57	50	36	0,00001
58	49	35	0,00001
59	47	33	0,00000
60	46	32	0,00000
61	45	31	0,00000
62	43	29	0,00000
63	42	27	0,00000
64	40	27	0,00000

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 10 minutos.

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,00004
1	55	28	0,00004
2	56	39	0,00006
3	56	48	0,00006
4	57	57	0,00008
5	58	69	0,00010
6	60	78	0,00018
7	61	80	0,00023
8	64	85	0,00051
8	67	85	0,00110
9	70	85	0,00241
10	71	85	0,00312
11	73	85	0,00523
12	75	85	0,00878
13	77	85	0,01474
14	77	85	0,01474
15	77	85	0,01474
16	77	85	0,01474
17	76	84	0,01167
18	74	84	0,00678
19	74	82	0,00678
20	73	82	0,00523
21	73	81	0,00565
22	72	80	0,00404
23	71	79	0,00328
24	71	77	0,00274
25	70	75	0,00228
26	69	74	0,00190

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
27	68	73	0,00159
28	68	71	0,00132
29	67	70	0,00110
30	67	68	0,00110
31	65	67	0,00064
32	65	66	0,00064
33	64	64	0,00044
34	63	63	0,00037
35	62	61	0,00030
36	61	60	0,00021
37	61	59	0,00021
38	59	57	0,00015
39	58	56	0,00010
40	58	54	0,00010
41	57	53	0,00008
42	56	52	0,00006
43	54	50	0,00004
44	53	49	0,00002
45	52	47	0,00002
46	50	46	0,00001
47	49	45	0,00001
48	47	43	0,00000
49	46	42	0,00000
50	45	40	0,00000
51	43	39	0,00000
52	42	38	0,00000
53	40	36	0,00000

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 15 minutos.

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	85	0,0005103
9	67	85	0,0011090
10	70	85	0,0024100
11	71	85	0,0031216
12	73	85	0,0052372
13	75	85	0,0087866
14	77	85	0,0147414
15	77	85	0,0147414
16	77	85	0,0147414
17	77	85	0,0147414
18	78	85	0,0190941
19	78	85	0,0190941
20	78	85	0,0190941
21	78	85	0,0190941
22	77	85	0,0147414
23	76	84	0,0116793
24	74	84	0,0067836
25	74	82	0,0067836
26	73	82	0,0052372
27	73	81	0,0056599
28	72	80	0,0040434
29	71	79	0,0032874

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
30	71	77	0,0027429
31	70	75	0,0022885
32	69	74	0,0019094
33	68	73	0,0015931
34	68	71	0,0013292
35	67	70	0,0011090
36	67	68	0,0011090
37	65	67	0,0006442
38	65	66	0,0006442
39	64	64	0,0004484
40	63	63	0,0003741
41	62	61	0,0003042
42	61	60	0,0002173
43	61	59	0,0002173
44	59	57	0,0001513
45	58	56	0,0001081
46	58	54	0,0001081
47	57	53	0,0000879
48	56	52	0,0000612
49	54	50	0,0000426
50	53	49	0,0000296
51	52	47	0,0000206
52	50	46	0,0000144
53	49	45	0,0000100
54	47	43	0,0000070
55	46	42	0,0000048
56	45	40	0,0000034
57	43	39	0,0000023
58	42	38	0,0000016
59	40	36	0,0000011

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 20 minutos.

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	85	0,0005103
9	67	85	0,0011090
10	70	85	0,0024100
11	71	85	0,0031216
12	73	85	0,0052372
13	75	85	0,0087866
14	77	85	0,0147414
15	77	85	0,0147414
16	77	85	0,0147414
17	77	85	0,0147414
18	78	85	0,0190941
19	78	85	0,0190941
20	78	85	0,0190941
21	78	85	0,0190941
22	78	85	0,0190941
23	78	85	0,0190941
24	78	85	0,0190941
25	78	85	0,0190941
26	78	85	0,0190941
27	77	85	0,0147414
28	76	84	0,0116793
29	74	84	0,0067836
30	74	82	0,0067836
31	73	82	0,0052372

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
32	73	81	0,0056599
33	72	80	0,0040434
34	71	79	0,0032874
35	71	77	0,0027429
36	70	75	0,0022885
37	69	74	0,0019094
38	68	73	0,0015931
39	68	71	0,0013292
40	67	70	0,0011090
41	67	68	0,0011090
42	65	67	0,0006442
43	65	66	0,0006442
44	64	64	0,0004484
45	63	63	0,0003741
46	62	61	0,0003042
47	61	60	0,0002173
48	61	59	0,0002173
49	59	57	0,0001513
50	58	56	0,0001081
51	58	54	0,0001081
52	57	53	0,0000879
53	56	52	0,0000612
54	54	50	0,0000426
55	53	49	0,0000296
56	52	47	0,0000206
57	50	46	0,0000144
58	49	45	0,0000100
59	47	43	0,0000070
60	46	42	0,0000048
61	45	40	0,0000034
62	43	39	0,0000023
63	42	38	0,0000016
64	40	36	0,0000011

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 10 minutos.

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	83	0,0005103
9	67	87	0,0011090
10	70	90	0,0024100
11	73	90	0,0052372
12	75	90	0,0087866
13	79	90	0,0247320
14	81	90	0,0414933
15	81	90	0,0414933
16	83	90	0,0696140
17	83	90	0,0696140
18	83	90	0,0696140
19	85	90	0,1167927
20	85	89	0,1167927
21	85	89	0,1026209
22	84	88	0,0856218
23	84	88	0,0901688
24	82	87	0,0596048
25	82	87	0,0497312
26	81	86	0,0414933
27	80	85	0,0346199
28	79	85	0,0241003
29	79	84	0,0241003
30	78	84	0,0201081
31	77	82	0,0139980
32	77	82	0,0139980
33	76	81	0,0116793
34	74	80	0,0067836

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
35	74	79	0,0067836
36	73	77	0,0052372
37	73	75	0,0056599
38	72	74	0,0040434
39	71	73	0,0032874
40	71	71	0,0027429
41	70	70	0,0022885
42	69	68	0,0019094
43	68	67	0,0015931
44	68	66	0,0013292
45	67	64	0,0011090
46	67	63	0,0011090
47	65	61	0,0006442
48	65	60	0,0006442
49	64	59	0,0004484
50	63	57	0,0003741
51	62	56	0,0003042
52	61	54	0,0002173
53	61	53	0,0002173
54	59	52	0,0001513
55	58	50	0,0001081
56	58	49	0,0001081
57	57	47	0,0000879
58	56	46	0,0000612
59	54	45	0,0000426
60	53	43	0,0000296
61	52	42	0,0000206
62	50	40	0,0000144
63	49	39	0,0000100
64	47	38	0,0000070
65	46	36	0,0000048
66	45	35	0,0000034
67	43	33	0,0000023
68	42	32	0,0000016
69	40	31	0,0000011

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 15 minutos.

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	83	0,0005103
9	67	87	0,0011090
10	70	90	0,0024100
11	73	90	0,0052372
12	75	90	0,0087866
13	79	90	0,0247320
14	81	90	0,0414933
15	81	90	0,0414933
16	83	90	0,0696140
17	83	90	0,0696140
18	83	90	0,0696140
19	85	90	0,1167927
20	85	90	0,1167927
21	85	90	0,1167927
22	87	90	0,1959453
23	87	90	0,1959453
24	87	90	0,1959453
25	86	89	0,1512778
26	85	89	0,1167927
27	85	88	0,1026209
28	84	88	0,0856218
29	84	87	0,0901688
30	82	87	0,0596048
31	82	86	0,0497312
32	81	85	0,0414933
33	80	85	0,0346199
34	79	84	0,0241003
35	79	84	0,0241003
36	78	82	0,0201081
37	77	82	0,0139980

T (min)	Tp ( C°)	Tm (C°)	L
38	77	81	0,0139980
39	76	80	0,0116793
40	74	79	0,0067836
41	74	77	0,0067836
42	73	75	0,0052372
43	73	74	0,0056599
44	72	73	0,0040434
45	71	71	0,0032874
46	71	70	0,0027429
47	70	68	0,0022884
48	69	67	0,0019094
49	68	66	0,0015931
50	68	64	0,0013292
51	67	63	0,0011090
52	67	61	0,0011090
53	65	60	0,0006442
54	65	59	0,0006442
55	64	57	0,0004484
56	63	56	0,0003741
57	62	54	0,0003042
58	61	53	0,0002173
59	61	52	0,0002173
60	59	50	0,0001513
61	58	49	0,0001081
62	58	47	0,0001081
63	57	46	0,0000879
64	56	45	0,0000612
65	54	43	0,0000426
66	53	42	0,0000296
67	52	40	0,0000206
68	50	39	0,0000144
69	49	38	0,0000100
70	47	36	0,0000070
71	46	35	0,0000048
72	45	33	0,0000034
73	43	32	0,0000023
74	42	31	0,0000016
75	40	29	0,0000011

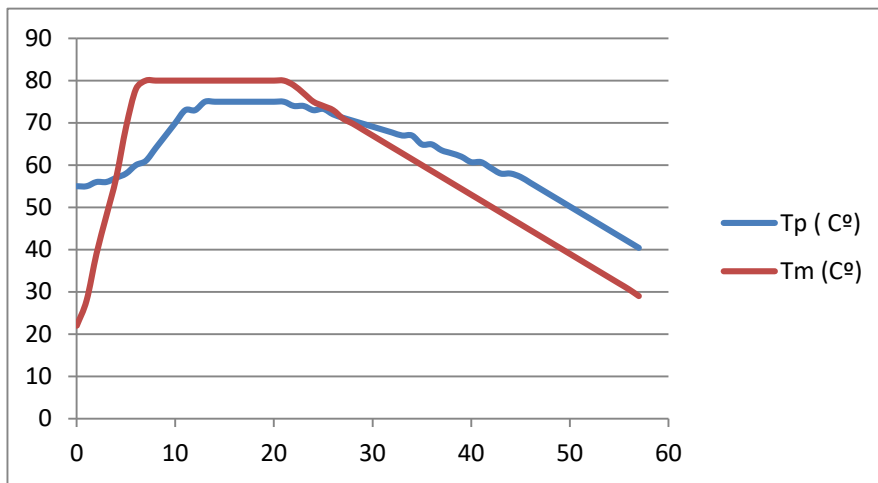
A continuación, se muestran los datos obtenidos de la letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 20 minutos.

T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
0	55	22	0,0000497
1	55	28	0,0000497
2	56	39	0,0000644
3	56	48	0,0000644
4	57	57	0,0000834
5	58	69	0,0001081
6	60	78	0,0001813
7	61	80	0,0002348
8	64	83	0,0005103
9	67	87	0,0011090
10	70	90	0,0024100
11	73	90	0,0052372
12	75	90	0,0087866
13	79	90	0,0247320
14	81	90	0,0414933
15	81	90	0,0414933
16	83	90	0,0696140
17	83	90	0,0696140
18	83	90	0,0696140
19	85	90	0,1167927
20	85	90	0,1167927
21	85	90	0,1167927
22	87	90	0,1959453
23	87	90	0,1959453
24	87	90	0,1959453
25	87	90	0,1959453
26	88	90	0,2538016
27	88	90	0,2538016
28	88	90	0,2538016
29	87	90	0,1959453
30	87	89	0,1959453
31	87	89	0,1959453
32	86	88	0,1512778
33	85	88	0,1167927
34	85	87	0,1026209
35	84	87	0,0856218
36	84	86	0,0901688
37	82	85	0,0596048
38	82	85	0,0497312
39	81	84	0,0414933
40	80	84	0,0346199

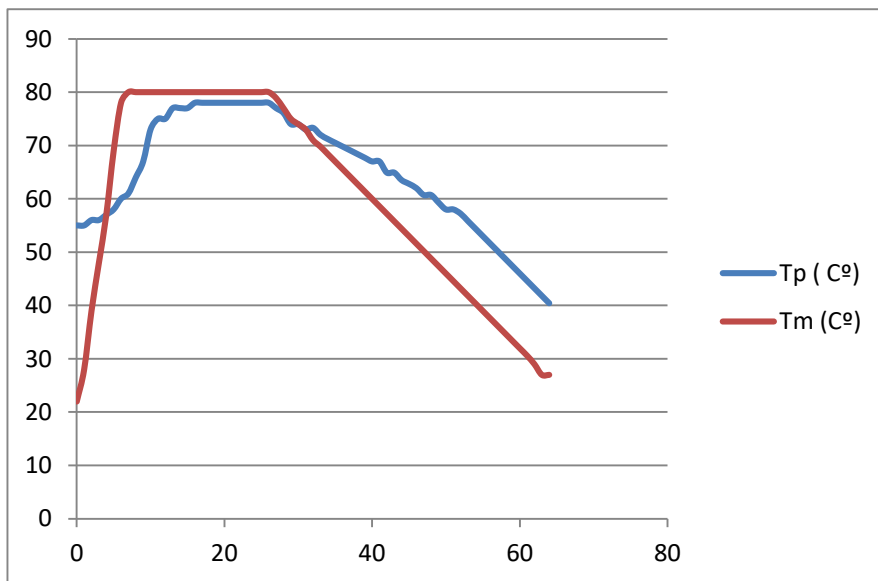
T (min)	Tp (C°)	Tm (C°)	L
41	79	82	0,0241003
42	79	82	0,0241003
43	78	81	0,0201081
44	77	80	0,0139980
45	77	79	0,0139980
46	76	77	0,0116793
47	74	75	0,0067836
48	74	74	0,0067836
49	73	73	0,0052372
50	73	71	0,0056599
51	72	70	0,0040434
52	71	68	0,0032874
53	71	67	0,0027429
54	70	66	0,0022889
55	69	64	0,0019094
56	68	63	0,0015931
57	68	61	0,0013292
58	67	60	0,0011090
59	67	59	0,0011090
60	65	57	0,0006442
61	65	56	0,0006442
62	64	54	0,0004484
63	63	53	0,0003741
64	62	52	0,0003042
65	61	50	0,0002173
66	61	49	0,0002173
67	59	47	0,0001513
68	58	46	0,0001081
69	58	45	0,0001081
70	57	43	0,0000879
71	56	42	0,0000612
72	54	40	0,0000420
73	53	39	0,0000290
74	52	38	0,0000200
75	50	36	0,0000144
76	49	35	0,0000100
77	47	33	0,0000070
78	46	32	0,0000048
79	45	31	0,0000034
80	43	29	0,0000023
81	42	28	0,0000016



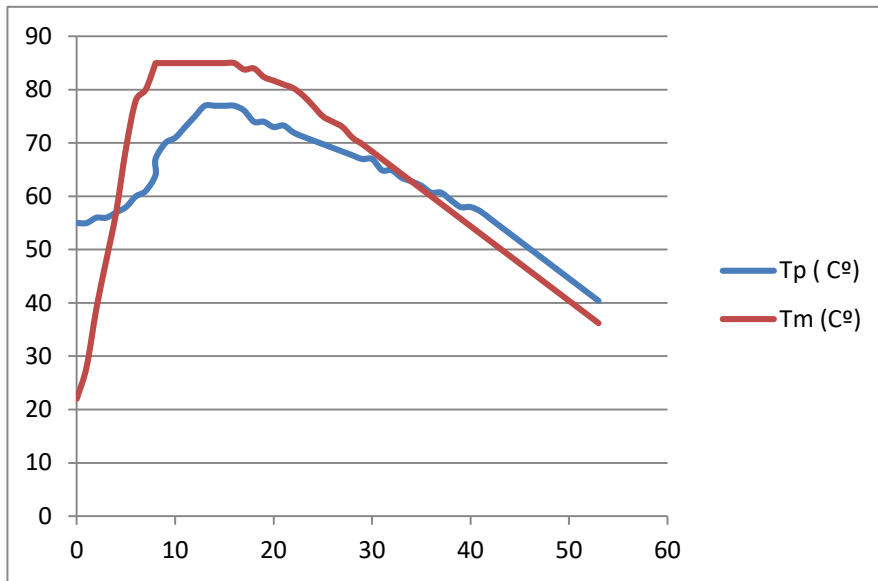
### Anexo 3



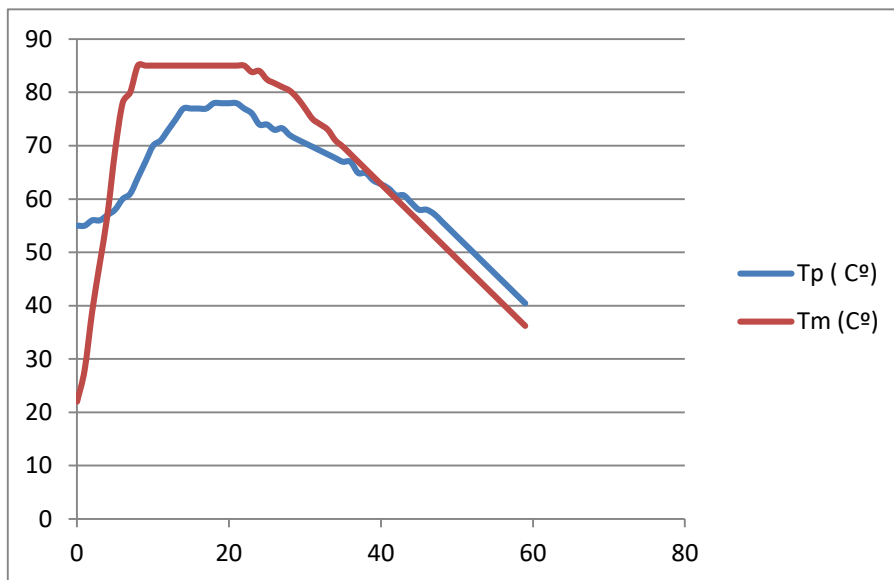
**Figura 3.** Letalidad y Po a la temperatura de 80 °C con 10 minutos.



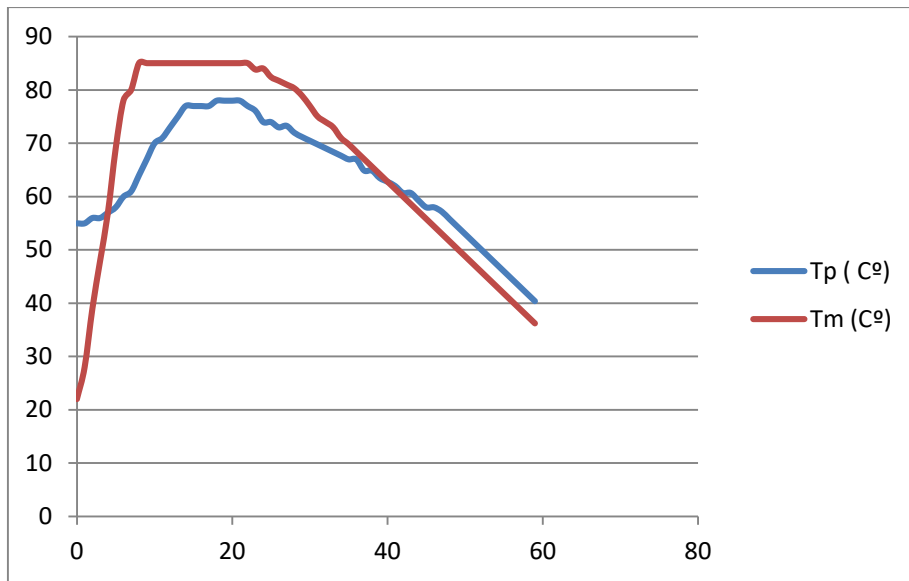
**Figura 4.** Letalidad y Po a la temperatura de 80 °C con 15 minutos.



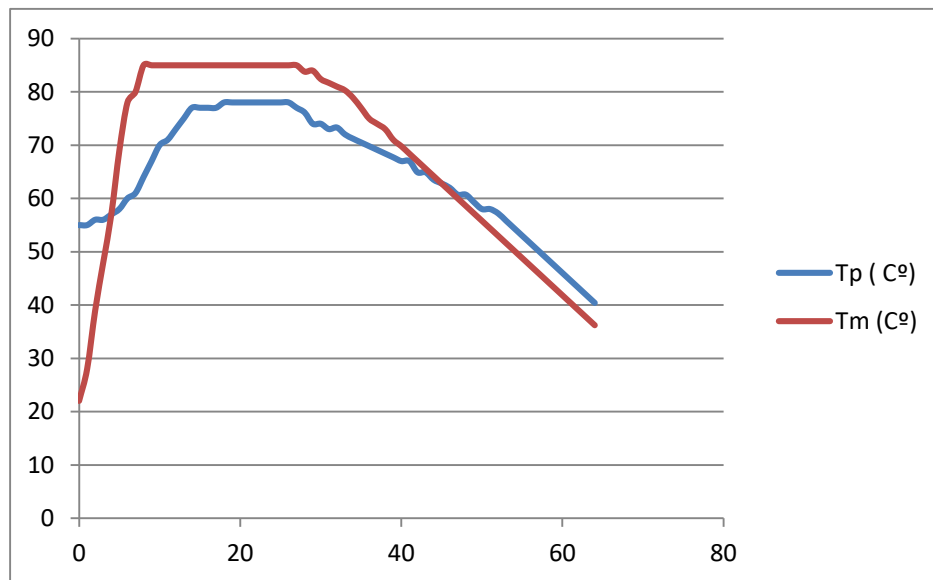
**Figura 5.** Letalidad y Po a la temperatura de 80 °C con 20 minutos.



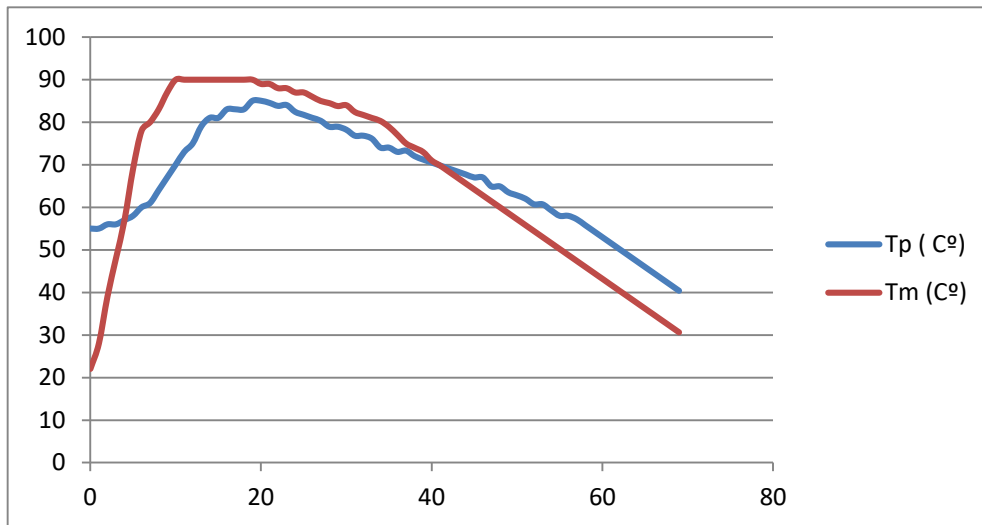
**Figura 6.** letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 10 minutos.



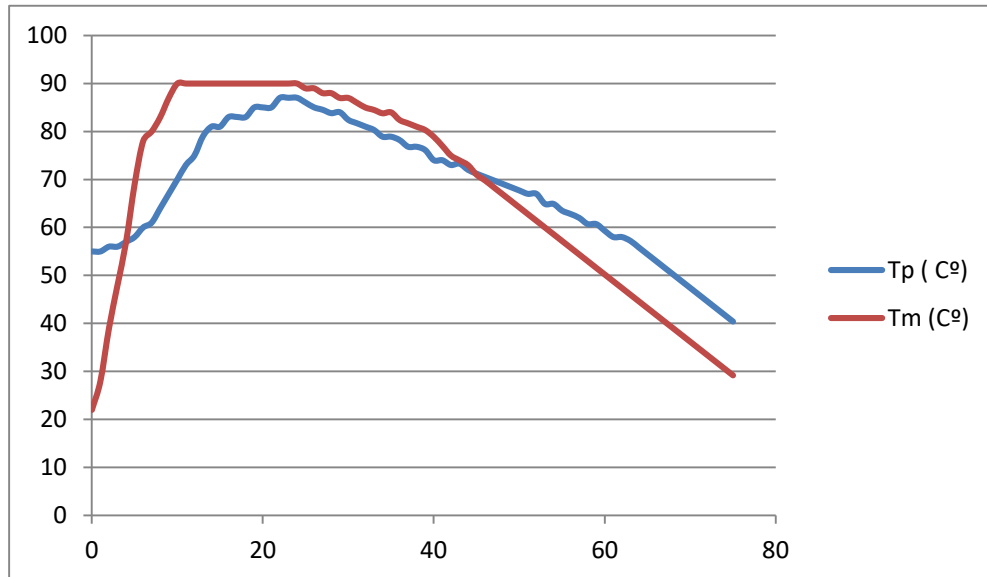
**Figura 7.** Letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 15 minutos.



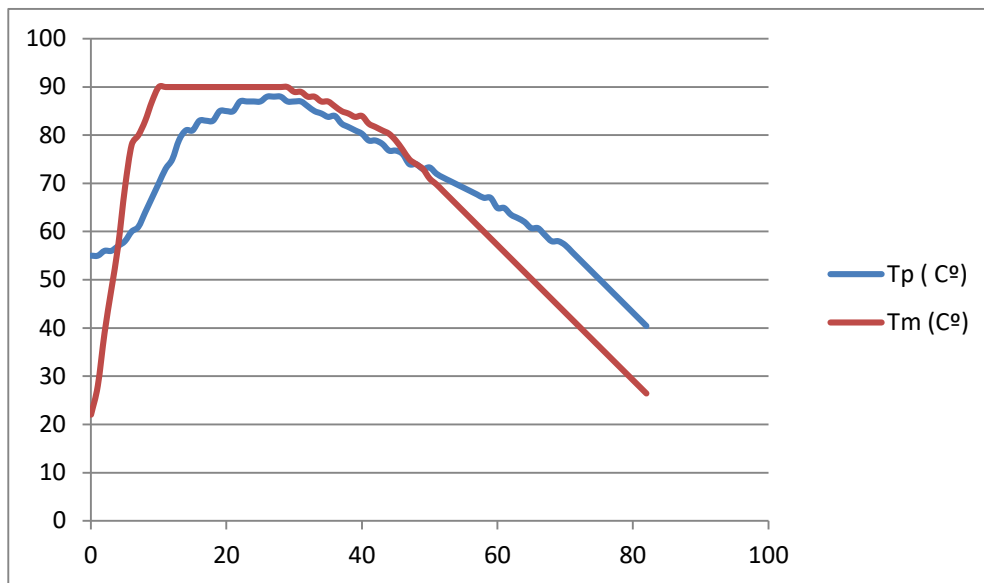
**Figura 8.** Letalidad y Po a la temperatura de 85 °C con 20 minutos.



**Figura 9.** Letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 10 minutos.



**Figura 10.** Letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 15 minutos.



**Figura 11.** Letalidad y Po a la temperatura de 90 °C con 20 minutos.

## Anexo 4

En la tabla 15 se muestran los datos obtenidos del Po de los distintos tratamientos térmicos de la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano).

**Tabla 15. Po de los distintos tratamientos térmicos.**

Tratamiento		Po (min)		
		Repeticiones (n)		
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	1	2	3
80	10	0,0978661	0,0978661	0,0978661
	15	0,1330124	0,1330124	0,1330124
	20	0,3533122	0,3533122	0,3533122
85	10	0,1400357	0,1400357	0,1400357
	15	0,2311534	0,2311534	0,2311534
	20	0,3266239	0,3266239	0,3266239
90	10	1,1882597	1,1882597	1,1882597
	15	2,1609588	2,1609588	2,1609588
	20	3,7061448	3,7061448	3,7061448

A continuación, se presentan en las tablas 16 y 17 los datos obtenidos del contenido y degradación de ácido Ascórbico respectivamente en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), a distintos tratamientos térmicos.

**Tabla 16. Contenido de ácido Ascórbico de los distintos tratamientos térmicos.**

Tratamiento			Concentración Vit C (mg/100g)
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Repeticiones (n)	Vit C (mg/100g)
80	10	1	22,79
		2	22,75
		3	22,77
	15	1	22,68
		2	22,65
		3	22,62
	20	1	22,60
		2	22,58
		3	22,58
85	10	1	22,65
		2	22,62
		3	22,58
	15	1	22,25
		2	22,20
		3	22,20
	20	1	21,80
		2	21,78
		3	21,78
90	10	1	21,69
		2	21,65
		3	21,65
	15	1	21,48
		2	21,50
		3	21,50
	20	1	20,80
		2	20,88
		3	20,88

**Tabla 17. Degradación de ácido Ascórbico a los distintos tratamientos.**

Tratamiento			Contenido de ácido Ascórbico inicial	Contenido de ácido Ascórbico final	Degradación de ácido Ascórbico	% Degradación
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Repeticiones (n)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	
80	10	1	24,96	22,79	2,17	8,69
		2	24,96	22,75	2,21	8,85
		3	24,96	22,77	2,19	8,77
	15	1	24,96	22,68	2,28	9,13
		2	24,96	22,65	2,31	9,25
		3	24,96	22,62	2,34	9,38
	20	1	24,96	22,60	2,36	9,46
		2	24,96	22,58	2,38	9,54
		3	24,96	22,58	2,38	9,54
85	10	1	24,96	22,65	2,31	9,25
		2	24,96	22,62	2,34	9,38
		3	24,96	22,58	2,38	9,54
	15	1	24,96	22,25	2,71	10,86
		2	24,96	22,20	2,76	11,06
		3	24,96	22,20	2,76	11,06
	20	1	24,96	21,80	3,16	12,66
		2	24,96	21,78	3,18	12,74
		3	24,96	21,78	3,18	12,74
90	10	1	24,96	21,69	3,27	13,10
		2	24,96	21,65	3,31	13,26
		3	24,96	21,65	3,31	13,26
	15	1	24,96	21,48	3,48	13,94
		2	24,96	21,50	3,46	13,86
		3	24,96	21,50	3,46	13,86
	20	1	24,96	20,80	4,16	16,67
		2	24,96	20,88	4,08	16,35
		3	24,96	20,88	4,08	16,35



A continuación, en las tablas 18, 19 y 20 se muestran los datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), tratada térmicamente.

**Tabla 18. Datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en la jalea *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano), tratada térmicamente. (Repetición 1).**

Tiempo (min)	Orden cero			Orden 1			Orden		
	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C
	$\ln [C]_{Vit C}$	$\ln [C]_{Vit C}$	$\ln [C]_{Vit C}$	$\ln [C]_{Vit}$	$\ln [C]_{Vit}$	$\ln [C]_{Vit}$	$1/[C]_{Vit C}$	$1/[C]_{Vit C}$	$1/[C]_{Vit C}$
0	22,9	22,9	22,9	3,134	3,134	3,134	0,0435	0,0435	0,0435
10	22,7	22,6	21,6	3,126	3,120	3,076	0,0438	0,0441	0,0461
15	22,6	22,2	21,4	3,121	3,102	3,067	0,0441	0,0449	0,0465
20	22,60	21,8	20,8	3,117	3,081	3,034	0,0442	0,0458	0,0480

**Tabla 19. Datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano), tratada térmicamente. (Repetición 2).**

Tiempo (min)	Orden cero			Orden 1			Orden 2		
	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C

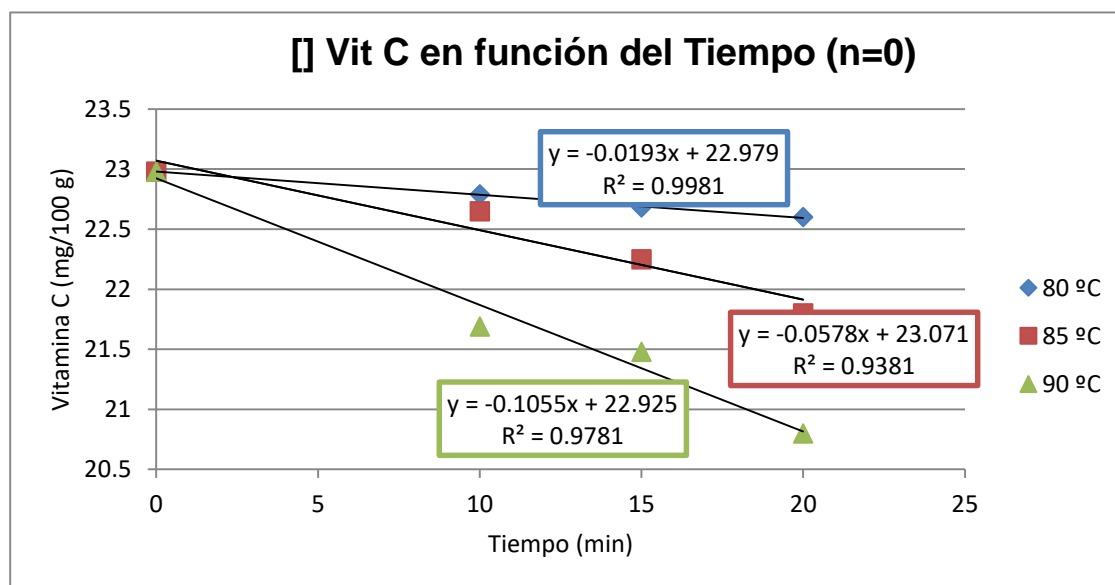
	$\ln [C]_{t=0}$ Vit C	$\ln [C]_{t}$ Vit C	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit C	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$1/[C]_{t=0}$ Vit C	$1/[C]_{t}$ Vit C	$1/[C]_{t}$ Vit C
<b>0</b>	22,98	22,98	22,98	3,1346	3,1346	3,1346	0,0435	0,0435	0,0435
<b>10</b>	22,77	22,62	21,65	3,1254	3,1188	3,0759	0,0439	0,0442	0,0461
<b>15</b>	22,62	22,20	21,50	3,1200	3,1000	3,0680	0,0441	0,0450	0,0465
<b>20</b>	22,58	21,78	20,88	3,1170	3,0809	3,0387	0,0442	0,0459	0,0478

**Tabla 20. Datos utilizados para realizar el análisis de regresión para la determinación del orden de reacción que sigue la degradación de ácido Ascórbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano), tratada térmicamente. (Repetición 3).**

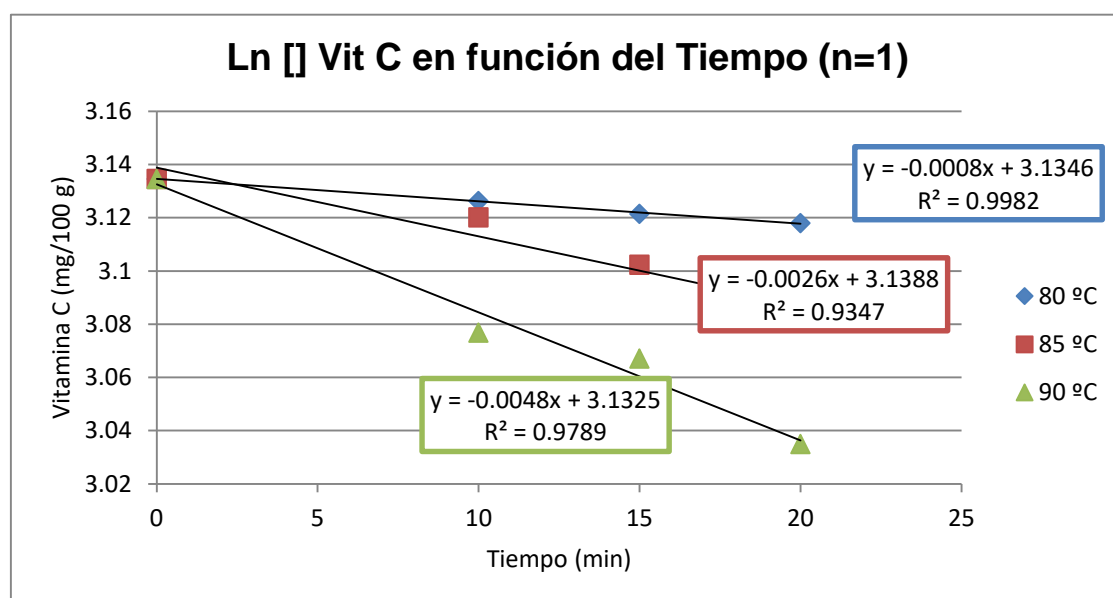
Tiempo (min)	Orden cero			Orden 1			Orden 2		
	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C	80 °C	85 °C	90 °C
	$\ln [C]_{t=0}$ Vit C	$\ln [C]_{t}$ Vit C	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit C	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$\ln [C]_{t=0} - \ln [C]_{t}$ Vit	$1/[C]_{t=0}$ Vit C	$1/[C]_{t}$ Vit C	$1/[C]_{t}$ Vit C
<b>0</b>	22,98	22,98	22,98	3,1346	3,1346	3,1346	0,0435	0,0435	0,0435
<b>10</b>	22,77	22,58	21,67	3,1254	3,1170	3,0759	0,0439	0,0442	0,0461
<b>15</b>	22,62	22,20	21,50	3,1188	3,1000	3,0680	0,0442	0,0450	0,0465
<b>20</b>	22,58	21,78	20,88	3,1170	3,0809	3,0387	0,0442	0,0459	0,0478

## Anexo 5

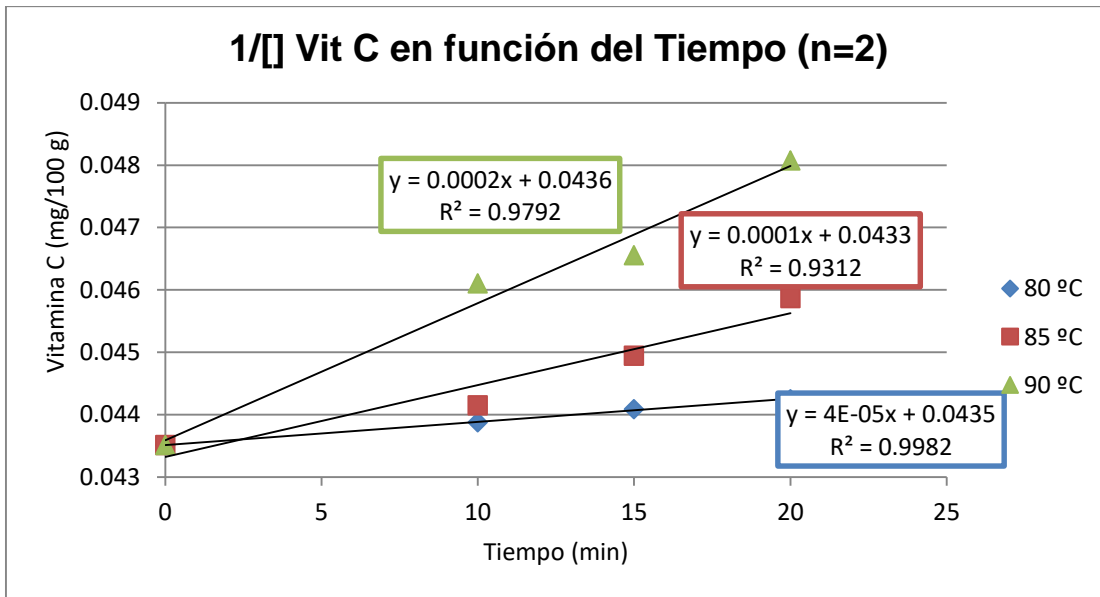
En las Figuras de la 3 a la 11, se presenta la determinación del orden de reacción de la cinética de degradación térmica del contenido ácido Ascorbico en la jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano).



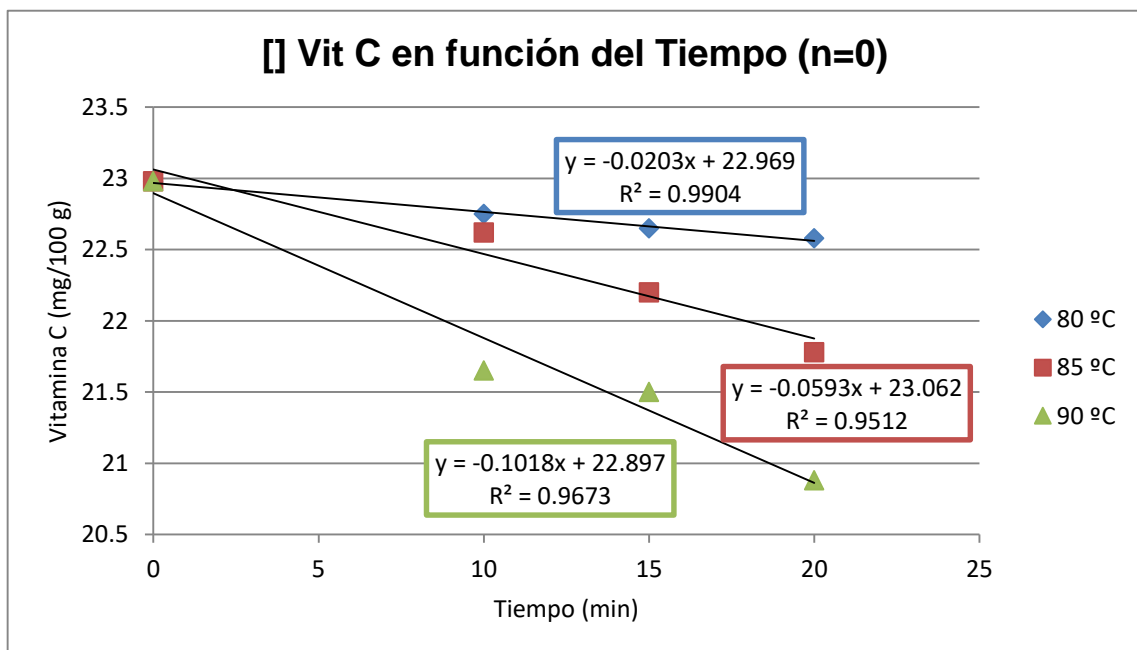
**Figura 12.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Primera Repetición)



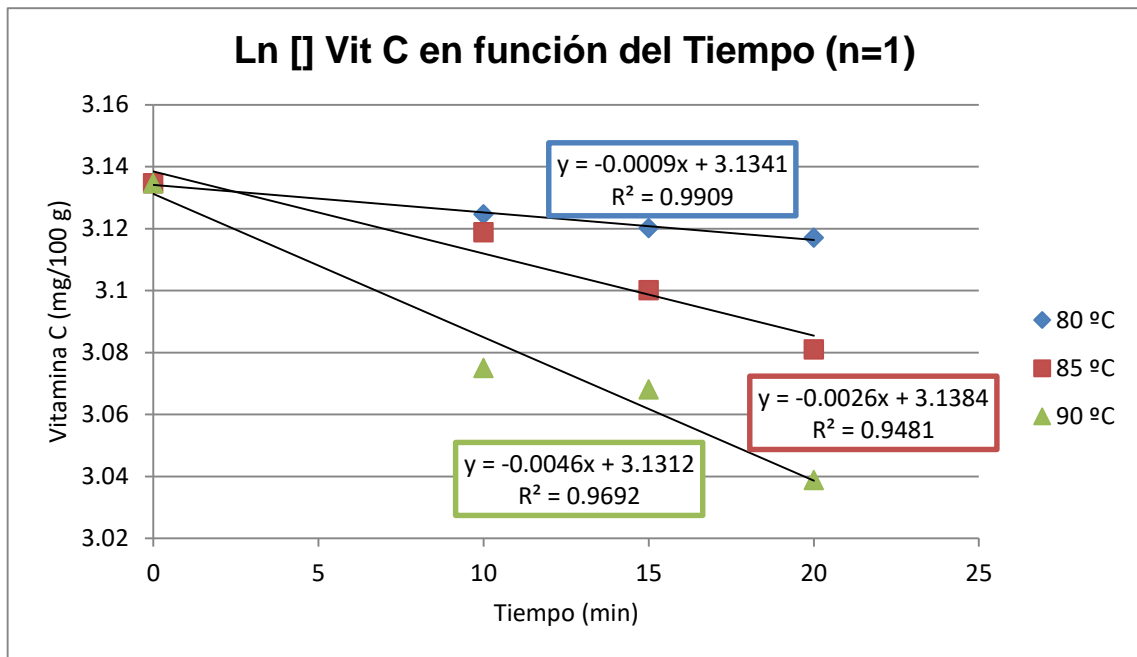
**Figura 13.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Primera Repetición)



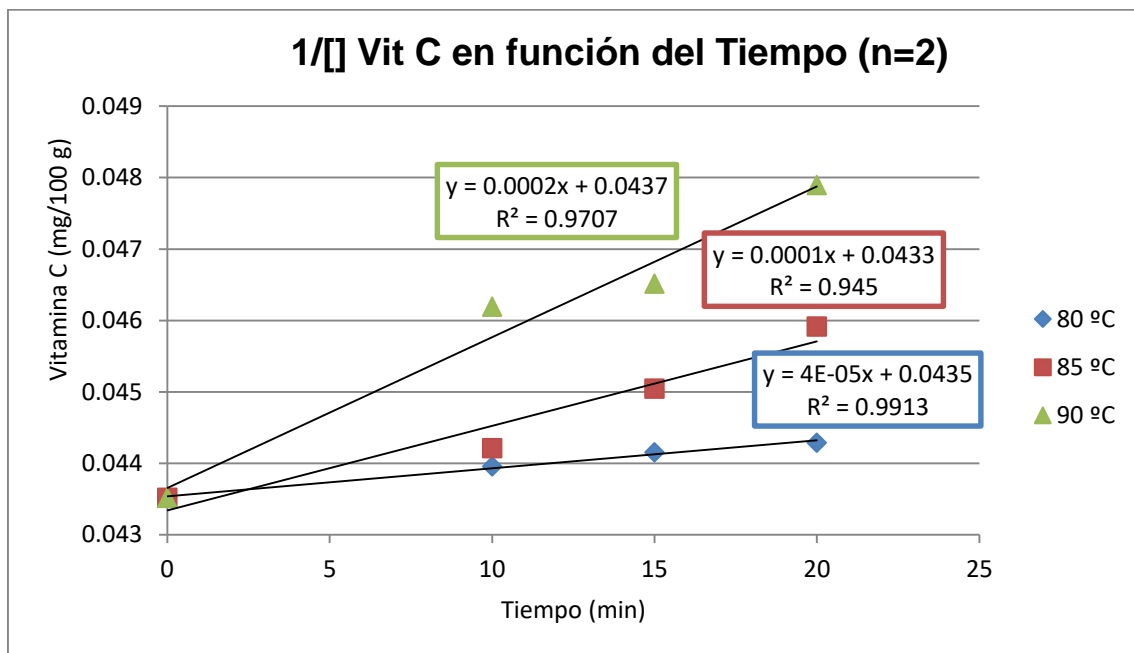
**Figura 14.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Primera Repetición)



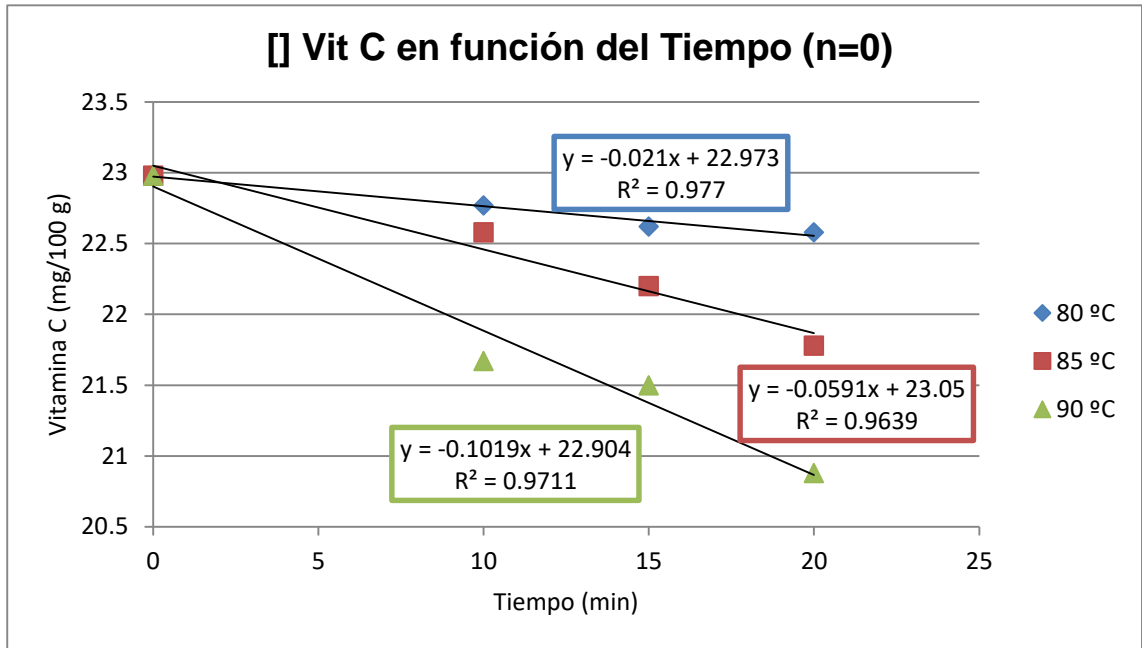
**Figura 15.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Segunda Repetición)



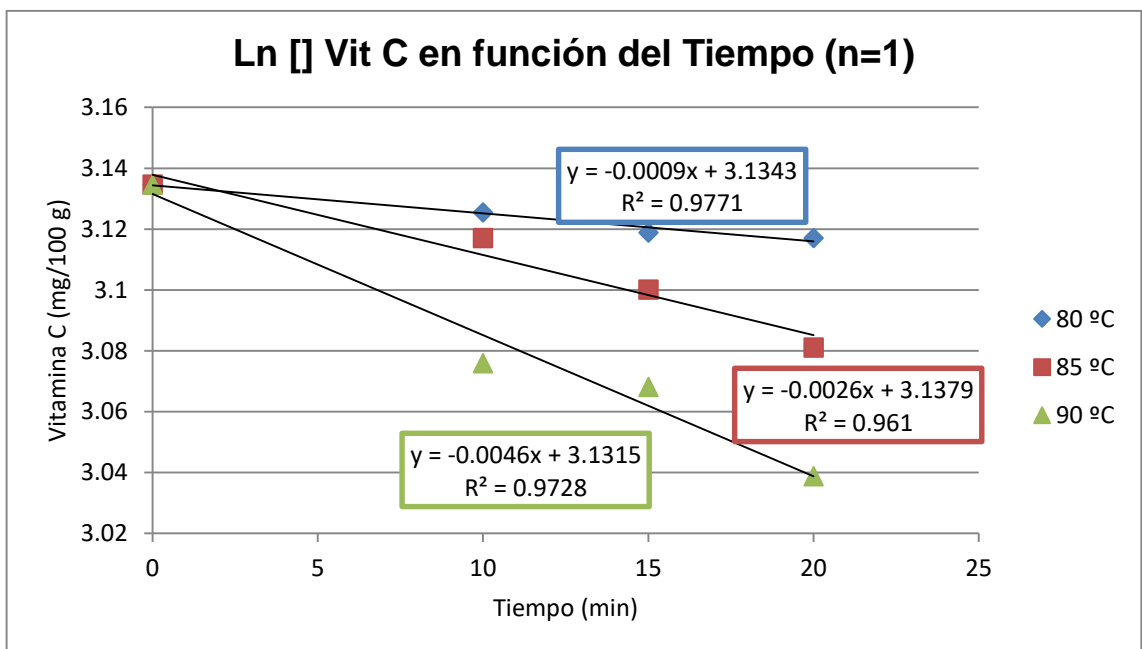
**Figura 16.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Segunda Repetición)



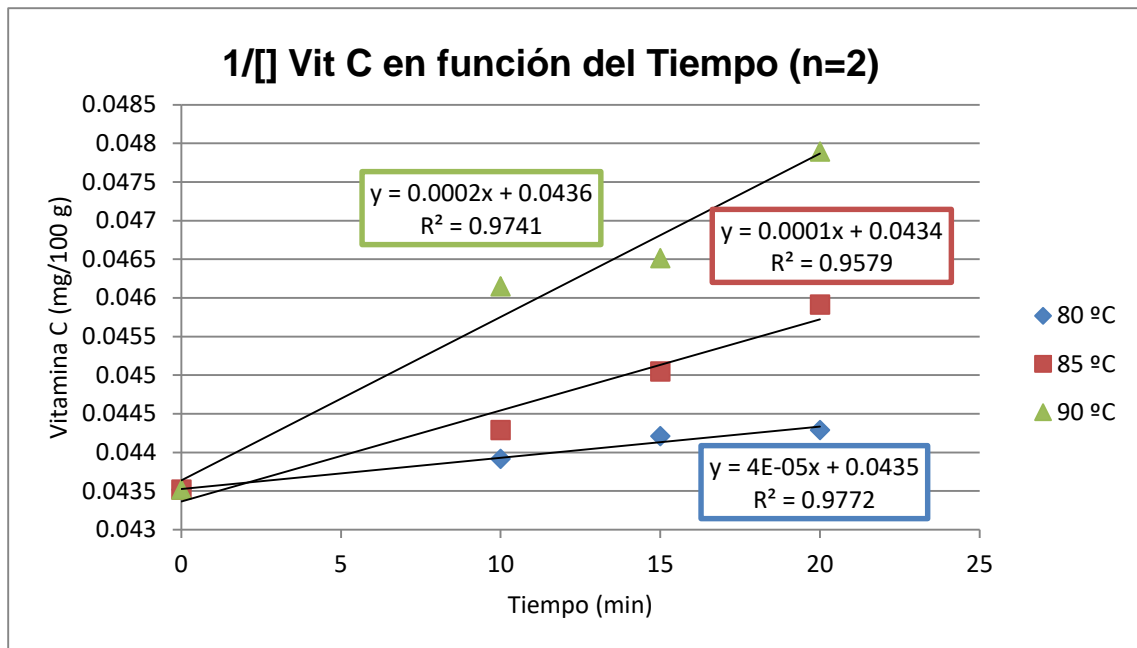
**Figura 17.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Segunda Repetición)



**Figura 18.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden cero. (Tercera Repetición)



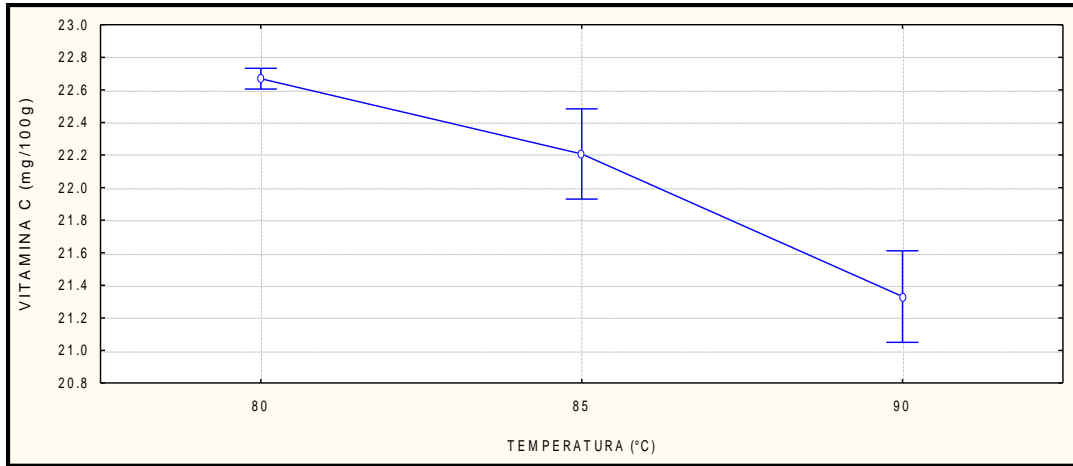
**Figura 19.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden uno. (Tercera Repetición)



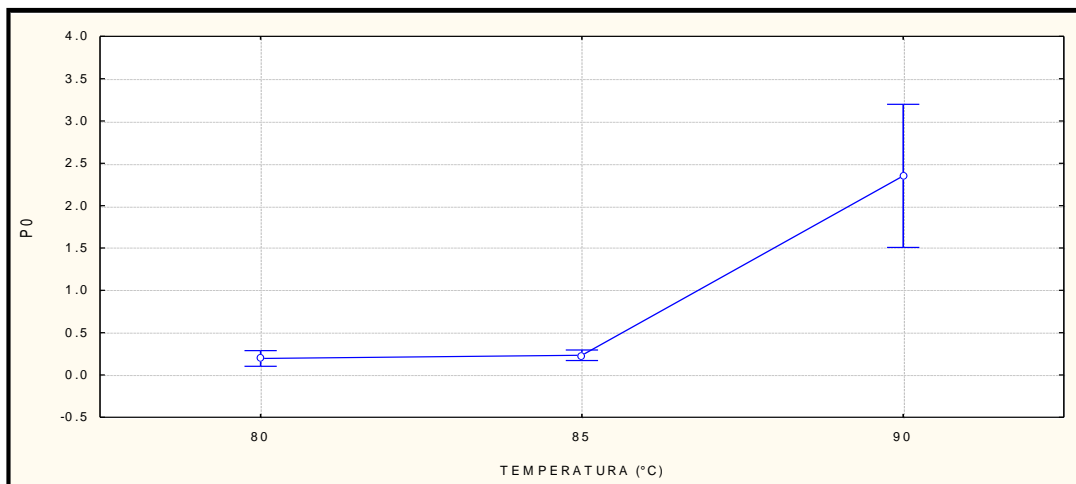
**Figura 20.** Determinación del coeficiente de determinación para el orden dos. (Tercera Repetición)

## Anexo 6

En las Figuras de la 21 a la 29, se presenta los efectos de las interacciones tiempo – temperatura sobre contenido y degradación de ácido Ascórbico y Po.

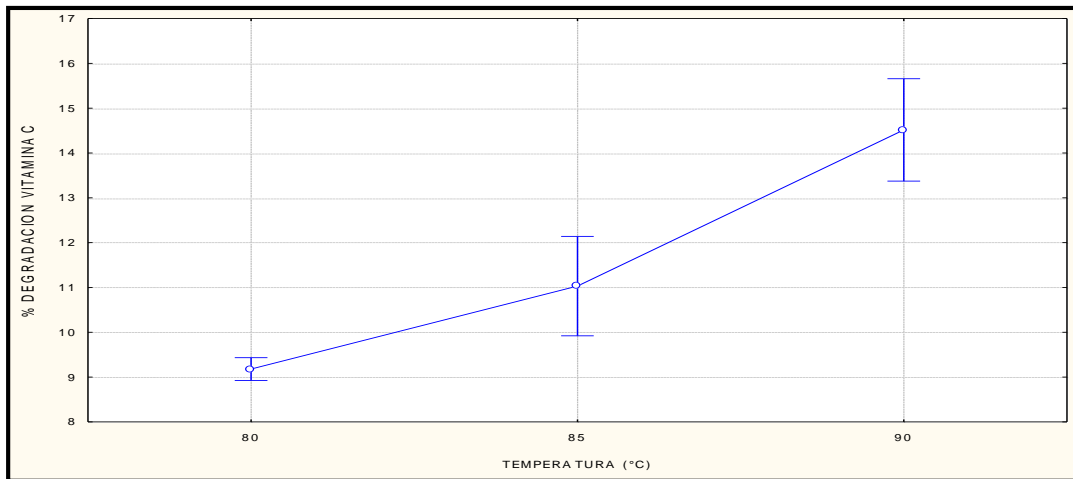


**Figura 21.** Efecto de la temperatura sobre el contenido de ácido Ascórbico

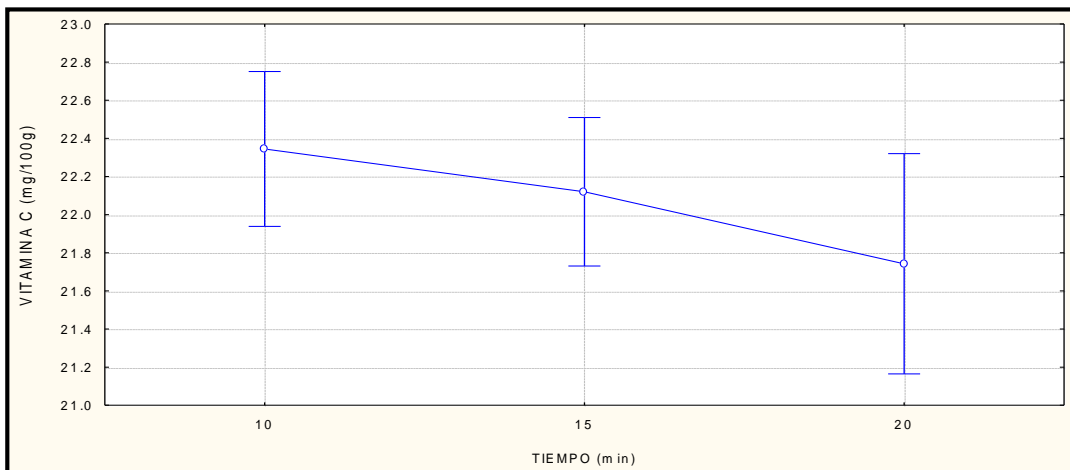


**Figura 22.** Efecto de la temperatura sobre el Po.

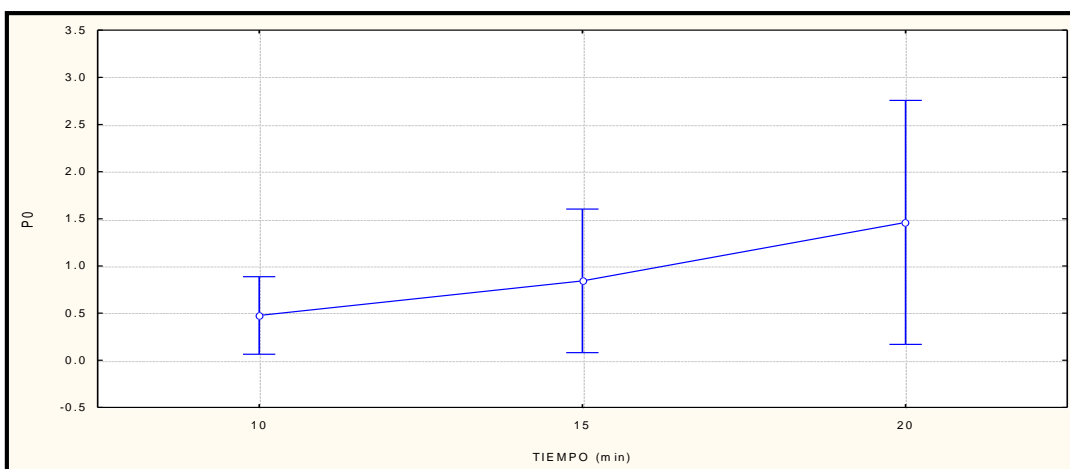




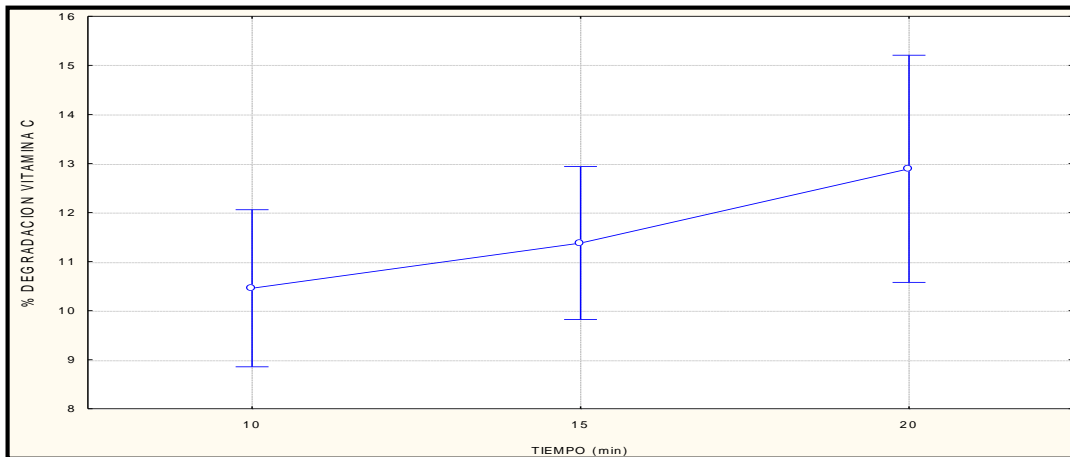
**Figura 23.** Efecto de la temperatura sobre el porcentaje de degradación de ácido Ascórbico.



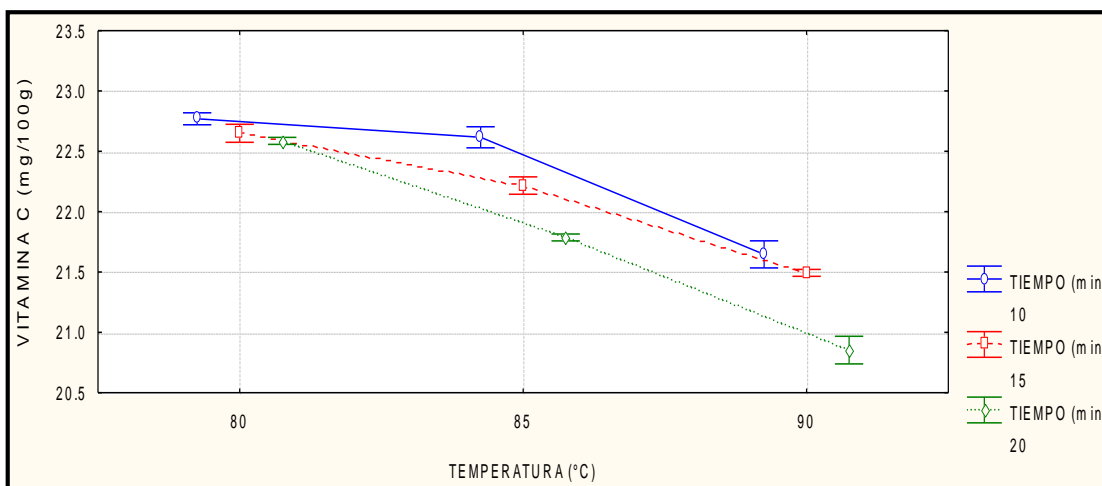
**Figura 24.** Efecto del tiempo sobre el contenido de ácido Ascórbico.



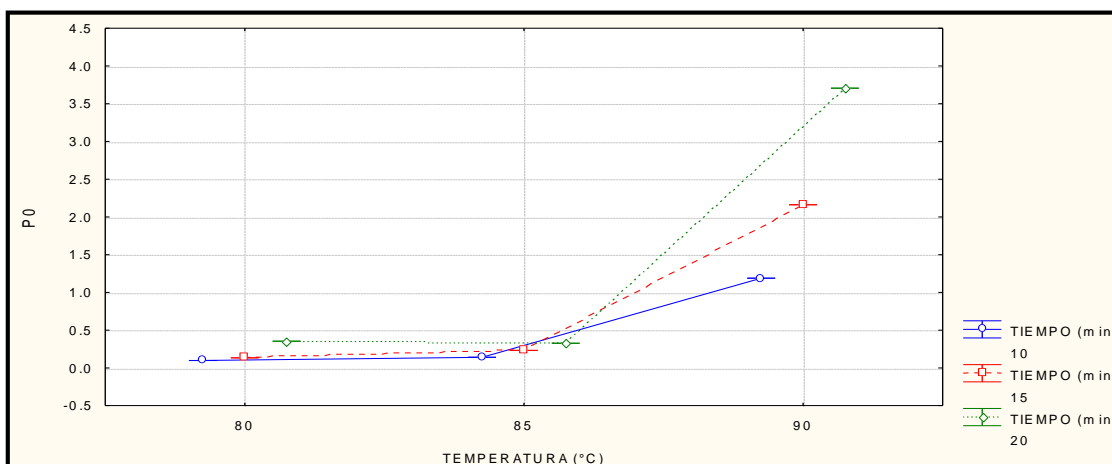
**Figura 25.** Efecto del tiempo sobre el Po.



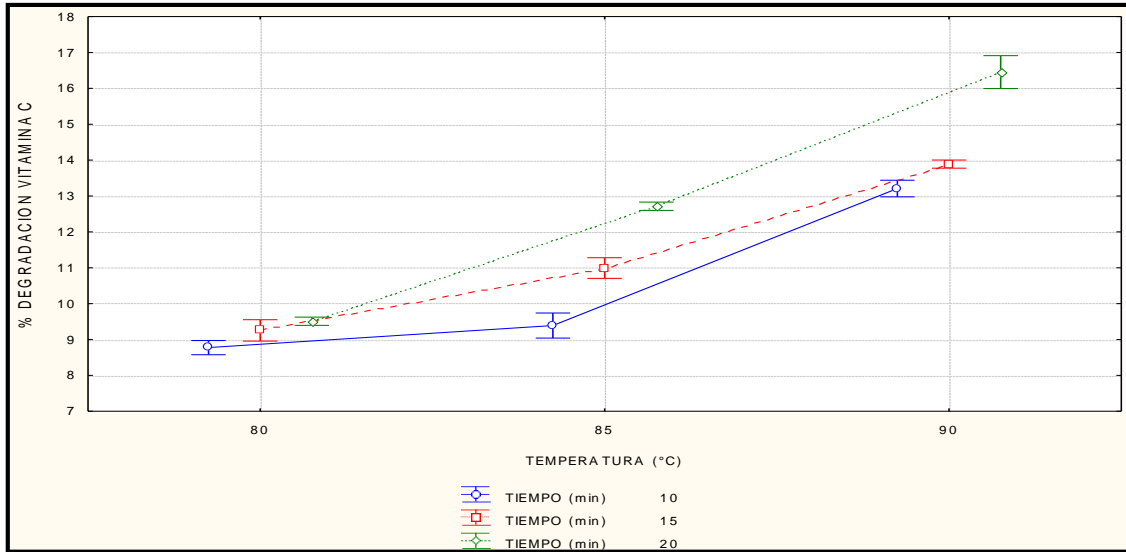
**Figura 26.** Efecto del tiempo sobre el porcentaje de degradación de ácido Ascórbico.



**Figura 27.** Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre el contenido de ácido Ascórbico.



**Figura 28.** Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre el Po.



**Figura 29.** Efecto de la interacción temperatura y tiempo sobre el porcentaje de degradación de ácido Ascórbico.



## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Sandra Elizabeth, Pagador Flores, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de ingeniera Agroindustrial de la Universidad César Vallejo Trujillo asesor del Trabajo de Tesis titulada:


**“Efecto de la temperatura y tiempo en la degradación del ácido Ascórbico en una jalea de *Vaccinium corymbosum* L. (Arandano)”**

del autor Julio Alejandro González Otoyá Neyra, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

Trujillo, 07 de febrero del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor: Pagador Flores Sandra Elizabeth	
DNI 40334394	Firma 
ORCID 0000-0001-6371-7138	