

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL DURAZNO [*Prunus persica* (L.) Batsch] Y SU EFECTO EN LA TRANSFORMACIÓN EN MERMELADA

### Physico-chemical parameters of peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] and their effect on processing into jam

Quiroga Sossa Brigido Moises<sup>1</sup>, Taboada Belmonte Cristal<sup>2</sup>, Ticona Huanca Osbaldo Ruben<sup>3</sup>, Mamani Montecinos Paola Andrea<sup>4</sup>, Pérez Ticona José Luis<sup>5</sup>, Ramos Choque Cristina<sup>6</sup>, Cervantes Huanca Lizeth Daniela<sup>7</sup>, Poma Quispe Valeria<sup>8</sup>

#### RESUMEN

Este estudio, llevado a cabo en el Centro de Investigación en Frutas y Hortalizas de la Universidad Mayor de San Andrés, investigó el impacto de los parámetros fisicoquímicos del durazno en la producción de mermelada. Se diseñaron 19 tratamientos agrupados en 5 clusters (TA, TB, TC, TD, TE). Se evaluaron propiedades como índice de forma (IFD), sólidos solubles (°Bx D), pH (pH D), firmeza (FD), y coeficiente de azúcar (CA) en la pulpa, así como sólidos solubles en la mermelada (°Bx M), densidad (DM), y pH en la mermelada (pH M). Los resultados indicaron la influencia de los parámetros del durazno en la mermelada. Un aumento de una unidad en la firmeza de la pulpa se asoció con una disminución de 0,13 g/cm<sup>3</sup> en la densidad. Además, un incremento de una unidad en el índice de forma resultó en un aumento de 39,9 °Bx en los sólidos solubles de la mermelada, mientras que el pH de la mermelada disminuyó en 2,09 unidades con un aumento similar en el índice de forma. La evaluación sensorial, realizada con 24 panelistas no entrenados mediante una escala hedónica de 7 puntos, destacó que la mermelada mejor valorada fue aquella elaborada con pulpa triturada, con un contenido de sólidos entre 10 y 14 grados Brix, una relación pulpa-azúcar de 1:07, y una concentración final de sólidos del 60%.

**Palabras clave:** durazno, índice de forma, sólidos solubles totales, pH, mermelada, firmeza, correlación, aceptabilidad.

#### ABSTRACT

This study, carried out at the Fruit and Vegetable Research Center of the Universidad Mayor de San Andrés, investigated the impact of the physicochemical parameters of peach on jam production. 19 treatments grouped into 5 clusters (TA, TB, TC, TD, TE) were designed. Properties such as shape index (IFD), soluble solids (°Bx D), pH (pH D), firmness (FD), and sugar coefficient (CA) in the pulp, as well as soluble solids in the jam (°Bx M), density (DM), and pH in the jam (pH M). The results indicated the influence of peach parameters on the jam. A one unit increase in pulp firmness was associated with a 0.13 g/cm<sup>3</sup> decrease in density. Furthermore, a one unit increase in shape index resulted in a 39.9 °Bx increase in jam soluble solids, while jam pH decreased by 2.09 units with a similar increase in shape index. The sensory evaluation, carried out with 24 untrained panelists using a 7-point hedonic scale, highlighted that the best valued jam was the one made with crushed pulp, with a solids content between 10 and 14 degrees Brix, a pulp-sugar ratio of 1:07, and a final solids concentration of 60%.

**Keywords:** peach, shape index, total soluble solids, pH, jam, firmness, correlation, acceptability.

#### Artículo original

**DOI:** <https://doi.org/10.53287/xpdj2468np15t>

Recibido: 06/09/2023

Aceptado: 15/11/2023

<sup>1</sup> Investigador, Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-9797-3965. [bmquiroga@umsa.bo](mailto:bmquiroga@umsa.bo)

<sup>2</sup> Investigador, Responsable Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0001-2870-5016. [gctaboada@umsa.bo](mailto:gctaboada@umsa.bo)

<sup>3</sup> Investigador, Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0002-2633-4426. [osbaldoruben01@gmail.com](mailto:osbaldoruben01@gmail.com)

<sup>4</sup> Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0008-6258-364X. [pamamani20@umsa.bo](mailto:pamamani20@umsa.bo)

<sup>5</sup> Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0006-8816-0667. [ing.joseph.perez@gmail.com](mailto:ing.joseph.perez@gmail.com)

<sup>6</sup> Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0004-4516-3396. [ramoschc1996@gmail.com](mailto:ramoschc1996@gmail.com)

<sup>7</sup> Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0007-8872-4247. [lizethdanielacervantes@gmail.com](mailto:lizethdanielacervantes@gmail.com)

<sup>8</sup> Centro de investigación en Frutas y Hortalizas. Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0009-0003-3310-2070. [valeriapoma200@gmail.com](mailto:valeriapoma200@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch], es una drupa de 4 a 10 cm de diámetro, de colores rojizos y amarillos posee una forma ovoide, puede presentar exocarpo tomentoso (Cárdenas y Fischer, 2013). Está compuesta por vitaminas A, B1, B2, C, fósforo, calcio entre otros elementos y vitaminas esenciales (Herrera et al., 2006). Procedente de China, este fruto pertenece al género *Prunus* de la familia Rosácea (Castro y Puentes, 2012). Zonas productoras bolivianas como Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, La Paz, Chuquisaca y Potosí cuentan con el espacio agroecológico para la producción de este fruto (Montes de Oca, 1997).

El durazno es un fruto climatérico, con una continua actividad fisiológica debido a la presencia del etileno en la fruta (Africano et al., 2015a). Posterior a la cosecha, se evidencia la variación de la tasa respiratoria, índice madures, acidez total titulable, firmeza, sólidos solubles totales, cambio de color en la epidermis y pulpa (Torres et al., 2013). La madurez del durazno al tiempo de cosecha es determinante para su comercialización, dado que en los procesos de transporte y almacenamiento la fruta consigue el incremento o disminución de caracteres fisiológicos u organolépticos (Seta y Moyano, 2007). La madurez a la cosecha es la etapa fisiológica cuando la fruta se desprende del árbol y puede llegar a desarrollar su madurez de consumo. Esta coincide con el desarrollo fisiológico del fruto, cuando el color, aroma, textura y consistencia son óptimas (Barrera, 2010).

El índice de forma, sólidos solubles totales, y pH son indicadores directos del estado de madurez del durazno y se utilizan para establecer los índices de cosecha, estos son factores decisivos en la calidad de los mismos y en su período de conservación (Altube et al., 2001).

Inicialmente, los frutos tienen forma oblonga, a medida que se acerca la maduración, adquieren una forma redondeada típica del fruto de duraznero; cerca de la época de maduración, el valor de la relación entre los dos diámetros tiende a la unidad (Gutierrez, 2018). Victoria-Escamilla (2013), Rodríguez-Félix (1996) y Orazem *et al.* (2013) mencionados por Africano et al. (2015b), muestran que la firmeza de los frutos de durazno tiende a disminuir a medida que avanza la maduración. Valero et al. (2007) clasificaron el fruto de durazno en tres categorías en base a la firmeza, donde el fruto de durazno debe tener 35 N para que este no presente daño mecánico en el manejo poscosecha, frutos con 18-35 N son catalogados para comercializar y frutos con 8-13 N de firmeza son aquellos listos para consumo.

De acuerdo a Africano et al., (2015c), en la maduración, los cambios a nivel de carbohidratos se derivan de la conversión del almidón en azúcares solubles, paralelamente se evidencia la degradación de carbohidratos poliméricos, almidón y celulosa. Por otra parte, Pinzón et al. (2007), reportaron una correlación positiva entre el pH y el estado de madurez de la gulupa (*Passiflora edulis Sims*), el cual incrementa a medida que el fruto avanza en su estado de madurez; por tanto, el pH conceptualizado como concentración de hidrogeniones puede ser considerado como indicador del estado químico de la fruta (Flores, 2012; Sistrunk, 1985 citado por Cunha, 2007).

La mermelada se define como un producto formulado a base de fruta y azúcar (Paltrinieri y Figuerola, 1997a). Es el producto preparado por cocimiento de fruta entera, en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce hasta obtener un producto semilíquido o espeso/viscoso (CODEX STAN 206-2009). La mermelada puede ser obtenida por cocción de frutas y hortalizas, enteras, troceadas, trituradas, tamizadas o no, que se les ha incorporado azúcares, hasta conseguir un producto gelificado, con una graduación final de 60° Bx y una proporción mínima de fruta del 40% (Ortiz, 2007). La concentración de sólidos solubles expresada por 100 gramos de fase líquida se le conoce también como grados Brix (Pastor, 2018). IBNORCA NB 36012 define a la mermelada como “un producto de consistencia pastosa, obtenido mediante la cocción con azúcares de la pulpa tamizada o no de frutas que puede ser conservada mediante métodos químicos o fisicoquímicos y que contenga o no trozos de la misma fruta en suspensión, envasado en recipientes química y bromatológicamente aptos”.

La conservación de alimentos se ha convertido en una actividad necesaria no solo con el propósito de retener la mayor parte de los caracteres de la fruta, según Martín (2011) para el procesamiento del durazno se debe considerar propiedades que desarrollen el mínimo pardeamiento y otros atributos fisicoquímicos, es por cuanto que es indispensable entender el comportamiento de las propiedades del durazno en la obtención de mermelada. El presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar el efecto de los parámetros fisicoquímicos del durazno en la elaboración de la mermelada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Frutas y Hortalizas de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés en la ciudad de Viacha durante el periodo 2022 al 2023.

### Metodología

#### *Materia Prima*

La formulación para la mermelada de durazno (Tabla 1) fue la siguiente: pulpa del fruto de durazno de la variedad ulincate amarillo, azúcar con relaciones entre 1:07, 1:1, ácido cítrico 0.3%, gelificante 0.25%, agua 30%, tomando como referencia el total de la pulpa a procesar (Paltrinieri y Figuerola, 1997b).

Tabla 1. Tratamientos para la producción de mermelada, por efecto de parámetros fisicoquímicos.

Tratamiento	Variedad	Proceso	Relacion Pulpa-Azúcar	Acído Cítrico %	Gelificante %
TA	Ulincate Amarillo	Pulpa Licuada	1:01	0,1	0,25
TB	Ulincate Blanco	Pulpa picada y Triturada	01:00,7	0,2	0,25
TC	Ulincate Amarillo	Pulpa Licuada	01:00,7	0,2	0,25
TD	Ulincate Blanco y Amarillo	Pulpa Licuada	01:00,7	0,2	0,25
TE	Ulincate Amarillo	Pulpa Picada y Triturada	01:00,7	0,3	0,25

#### *Producción de mermelada*

La elaboración de la mermelada se realizó a través de distintas formulaciones, las cuales fueron sometidas a un análisis sensorial, donde se evaluó la aceptabilidad con un panel de degustación, se evaluó la consistencia, dulzor, acidez, apariencia, color, aroma, tamaño de fruta, a partir de resultados de las distintas degustaciones y se obtuvo la formulación más aceptable. Se inició con la selección del durazno, lavado y pelado manualmente. Se procedió con la extracción de la pulpa manualmente picando la fruta, mediante una moledora manual se trituró la pulpa de durazno, para posteriormente continuar con el tratamiento térmico a una temperatura de 80°C con el objetivo de completar la cocción; seguidamente se añadió el azúcar y se sometió a ebullición, una vez logrado 58 °Brix, se adicionó gelificante y ácido cítrico, el proceso térmico continuó hasta obtener 60 °Brix. La mermelada se envasó a un rango de temperatura entre 80°C a 85°C en frascos de vidrio previamente esterilizados con la finalidad de obtener el vacío adecuado. La mermelada envasada se esterilizó en mufla a una temperatura de 70° a 75°C por un tiempo de 2 horas.

### *Variables evaluadas*

Índice de forma (Adimensional): se tomaron los diámetros ecuatorial y polar (mm) con un calibrador. Dividiendo el diámetro polar sobre el ecuatorial (Lima, 2018a).

$$IF = \frac{\text{Diámetro polar}}{\text{Diámetro ecuatorial}} \quad (1)$$

Densidad de la mermelada (g/cm<sup>3</sup>): se determinó el peso de la mermelada (g) y el volumen de la mermelada (cm<sup>3</sup>), con la relación peso/volumen se determinó la densidad (Espinosa, 2008).

$$DM = \frac{\text{Peso de mermelada}}{\text{Volumen de mermelada}} \quad (2)$$

Firmeza de la pulpa (kg/cm<sup>2</sup>): se determinó la firmeza de la pulpa con un penetrómetro de (GY-3) de 1 – 12 kg de fuerza con una punta de 8 mm de diámetro. Las mediciones se realizaron en las dos caras del fruto, en la cara amarilla y en la cara verdosa, se realizaron los promedios de ambos valores.

Sólidos solubles totales (°Bx): para la medición de los sólidos solubles totales en el durazno se realizó con un refractómetro portátil ATC con un rango de 0 a 32° Bx. Para la medición de los sólidos solubles en la mermelada de durazno un refractómetro de alta con un rango de 30 a 96 ° Bx. Las mediciones se realizaron en ambas caras de durazno, tomándose el promedio de ambas.

pH (1-14): Se obtuvo el jugo de cada fruto para la medición con un pHmetro Hanna HI 98127 pH-metros10.

### *Determinación de parámetros para el análisis sensorial*

La evaluación sensorial fue realizada mediante la aplicación de una prueba afectiva para determinar la aceptabilidad de los diferentes tratamientos; en la misma participaron 24 panelistas no entrenados con una edad promedio mayor a 30 años. Se utilizaron fichas con una escala hedónica facial mixta de siete puntos, denominada prueba organoléptica (de Penna, 2001). La escala de valoración utilizada del grado de aceptabilidad es de siete puntos (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de valoración para la prueba organoléptica para determinar la aceptabilidad de mermelada de durazno.

Descripción	Valoración
No me gusta nada	1
No me gusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta moderadamente	5
Me gusta mucho	6
Me encanta	7

Fuente: CIAL (2011)

Los descriptores para determinar la aceptabilidad de la mermelada de durazno (Tabla 3) comprenden: aroma, color, sabor, textura, consistencia, apariencia, tamaños de fruta y dulzor.

Tabla 3. Descriptores evaluados para determinar la aceptabilidad de mermelada de durazno.

Aroma	El aroma percibido debe ser característico del durazno.
Color	El color debe ser representativo del color propio de la fruta.
Sabor	En el sabor se debe destacar el sabor propio de la fruta.
Textura	Debe ser lisa y uniforme.
Consistencia	Debe ser semilíquida, con un grado de viscosidad el cual permita ser untable en el pan.
Apariencia	Debe presentar una apariencia homogénea y con brillo natural.
Tamaño de la Fruta	Debe ser uniforme y agradable al paladar.
Dulzor	Debe ser equilibrado, ni muy dulce ni muy ácido.

Fuente: CIAL (2011)

### *Análisis estadístico*

En el análisis estadístico se generó una población aleatoria con 969 datos, a la cual se realizó el análisis de la distribución normal y residuos parciales para determinar las tendencias. Se realizó el análisis de correlación lineal múltiple (Peñañiel, 2009), se evaluaron las variables en el durazno: índice de forma (IFD), sólidos solubles totales ( $^{\circ}\text{Bx D}$ ), pH inicial del durazno (pH D) firmeza de la pulpa (FD) como variables independientes. Sólidos solubles totales en la mermelada ( $^{\circ}\text{Bx M}$ ), densidad de la mermelada (DM) y pH de la mermelada (pH M) como variables dependientes. Se realizaron análisis por separado para cada variable dependiente con el paquete estadístico InfoStat versión 2017<sup>a</sup>. Se evaluaron 19 tratamientos de los cuales se agruparon mediante cluster en 5 tratamientos (TA,TB,TC,TD,TE).

Para determinar la aceptabilidad de la mermelada se aplicó un análisis de varianza en el cual se generó una base de datos para los 5 tratamientos agrupados y una población muestral de 24 jueces evaluadores considerando un 95% de fiabilidad. Una vez determinado el nivel de significancia entre tratamientos, se aplicó la prueba de amplitud de DUNCAN para la respectiva comparación de medias estableciendo el tratamiento con mayor aceptabilidad.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Distribución normal de los parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno**

Los 19 tratamientos, no presentaron un ajuste estadístico significativo por la amplitud del rango en los intervalos de confianza, para reducir el rango se generó una población aleatoria de 969 muestras, tanto de las variables dependientes como de las independientes. Para cada variable muestral se hizo un análisis de la distribución normal mediante histogramas (Figura 1-8).

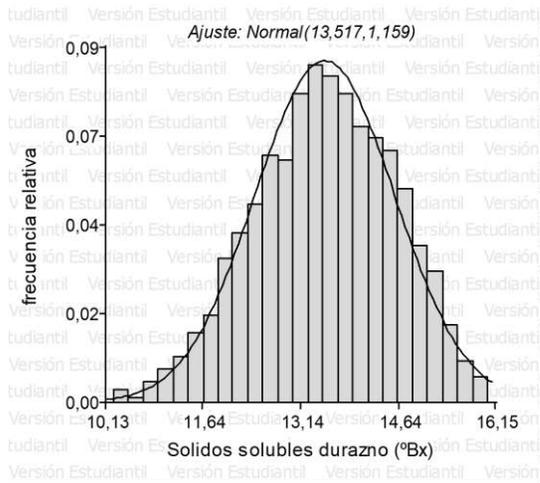


Figura 1. Análisis de distribución normal mediante histogramas para los sólidos solubles del durazno.

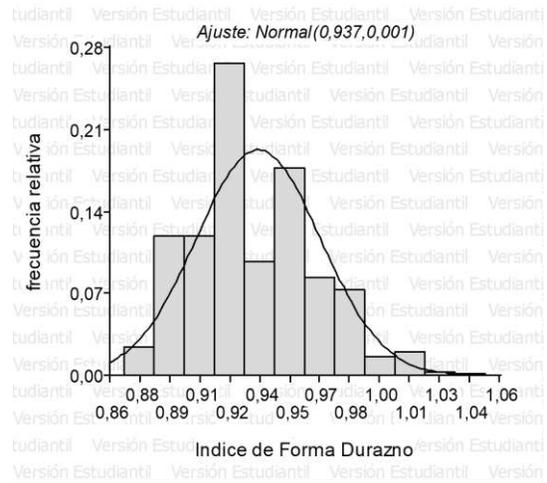


Figura 2. Análisis de distribución normal mediante histogramas para el índice de forma del durazno.

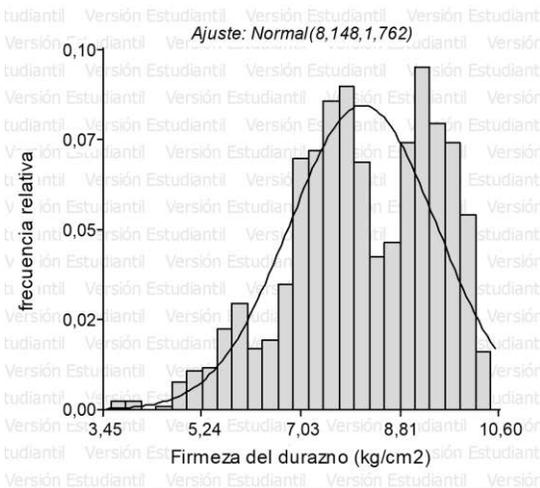


Figura 3. Análisis de distribución normal mediante histogramas para la firmeza del durazno.

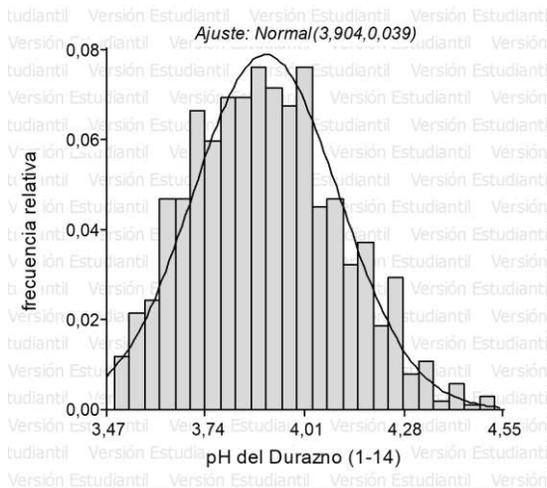


Figura 4. Análisis de distribución normal mediante histogramas para el pH del durazno.

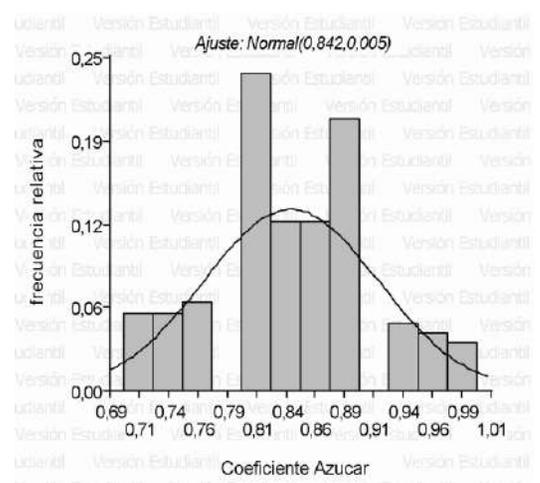


Figura 5. Análisis de distribución normal mediante histogramas para el coeficiente de azúcar del durazno.

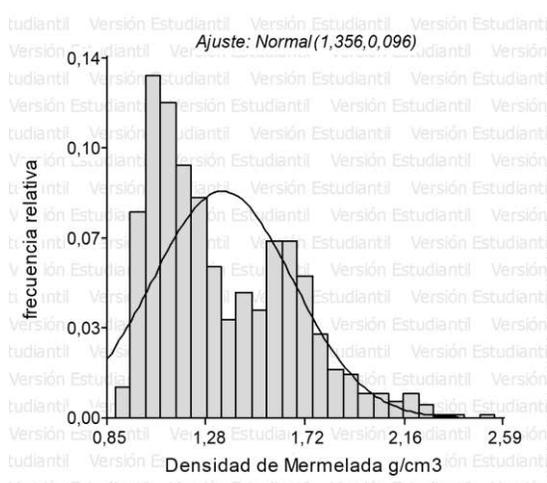


Figura 6. Análisis de distribución normal mediante histogramas para la densidad de la mermelada.

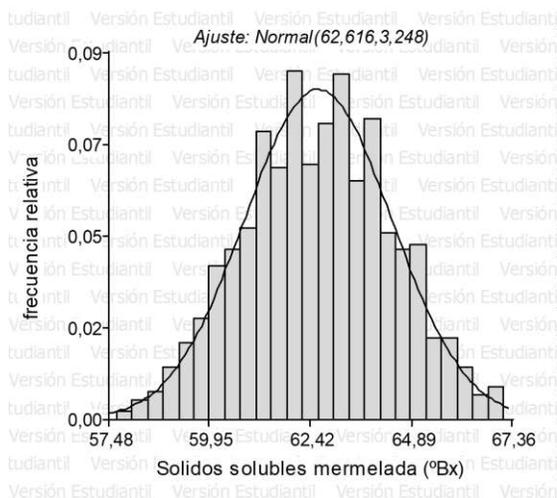


Figura 7. Análisis de distribución normal mediante histogramas para los sólidos solubles de la mermelada.

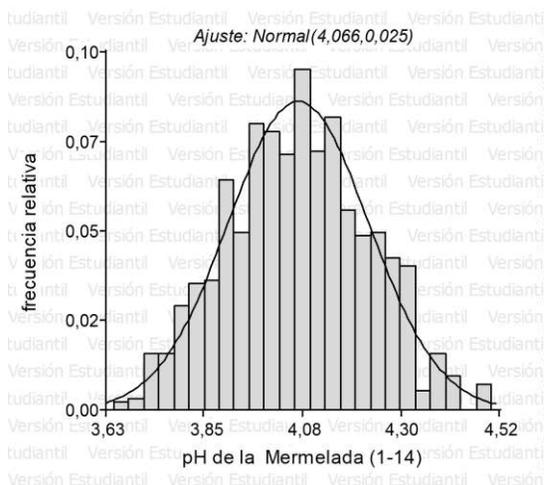


Figura 8. Análisis de distribución normal mediante histogramas para el pH de la mermelada.

De acuerdo a las Figuras 1-8, se puede observar que todas las variables de la población aleatoria se ajustan a una distribución normal.

### Análisis de residuos parciales

Para el análisis de residuos parciales se realizó para la variable densidad de la mermelada (DM) como variable dependiente y como variables regresoras: sólidos soluble totales del durazno (°Bx D), índice de forma del durazno (IFD), firmeza de la pulpa de durazno (FD), pH del durazno (pH D) y coeficiente de azúcar (CA).

De acuerdo a la Figura 9, la distribución muestral aleatoria presenta una tendencia lineal positiva, es directamente proporcional, a medida que se incrementan los sólidos solubles totales del durazno (°Bx D), la densidad de la mermelada (DM) incrementa. El índice de forma del durazno (IFD) frente a la densidad de la mermelada (DM) presenta la misma tendencia (Fig. 10), el incremento en la redondez del durazno es directamente proporcional a la consistencia de la mermelada.

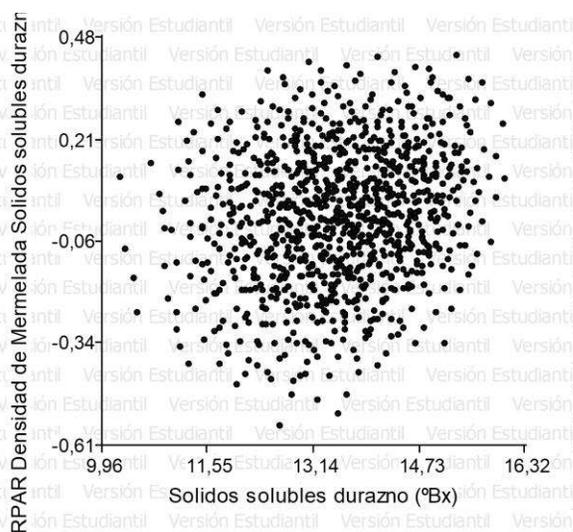


Figura 9. Residuos parciales para la densidad de la mermelada en contraste a sólidos solubles totales del durazno.

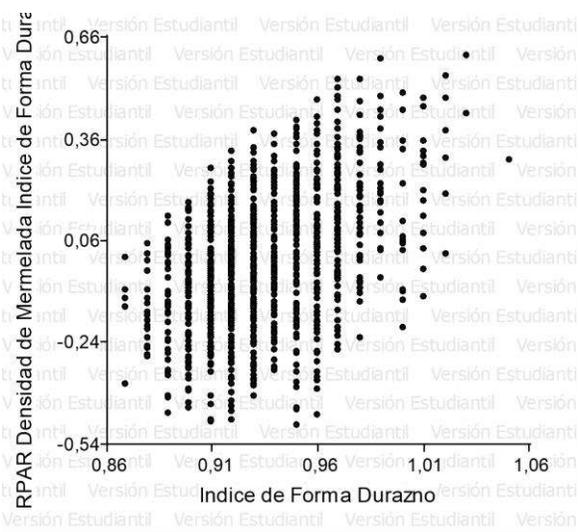


Figura 10. Residuos parciales para la densidad de la mermelada en contraste al índice de forma del durazno.

Para la relación firmeza de la pulpa del durazno (FD) frente a la densidad de la mermelada (DM) (Figura 11), la relación es inversamente proporcional en la medida que se incrementa la firmeza de la pulpa de durazno disminuye la densidad de la mermelada, con una tendencia lineal negativa. En la Figura 12 la relación del pH inicial del durazno (pH D) es directamente proporcional a la densidad de la mermelada (DM), el incremento del pH del durazno influye positivamente en la densidad de la mermelada con una tendencia lineal positiva.

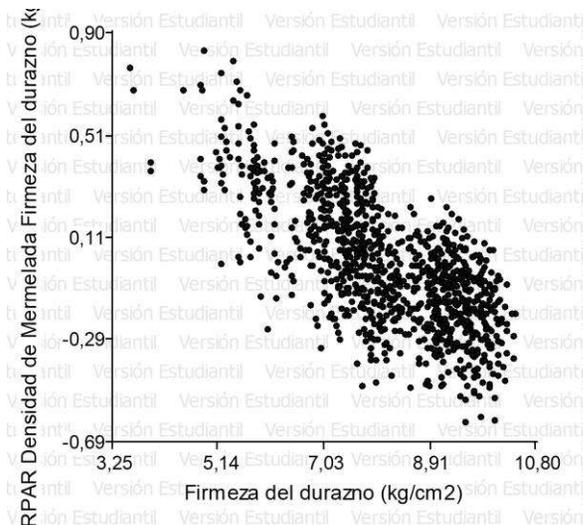


Figura 11. Residuos parciales para la densidad de la mermelada en contraste a la firmeza de la pulpa del durazno.

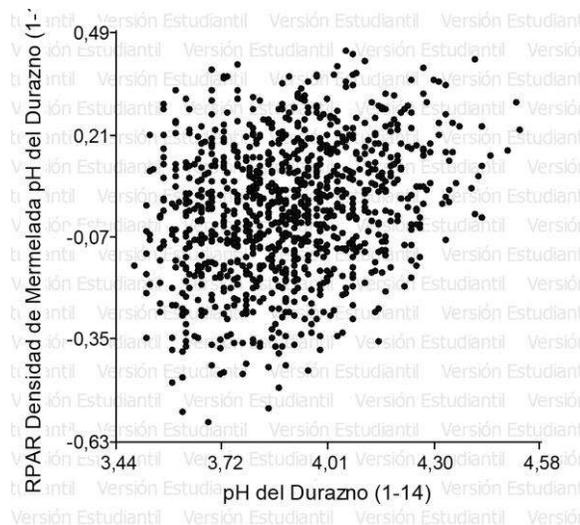


Figura 12. Residuos parciales para la densidad de la mermelada en contraste al pH del durazno.

La relación del coeficiente de azúcar (CA) frente a la densidad de la mermelada (DM), presenta una tendencia lineal positiva (Figura 13), el incremento de azúcar en la mermelada es directamente proporcional a la densidad de la mermelada.

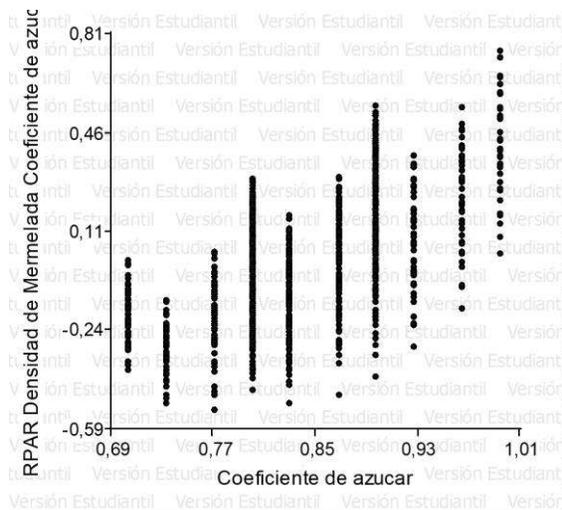


Fig. 13 Residuos parciales para la densidad de la mermelada en contraste al coeficiente de azúcar del durazno.

En base al análisis de residuos parciales, todas las variables presentan una tendencia lineal directamente proporcional, excepto la firmeza del durazno que es inversamente proporcional, en base a estos resultados se procedió a realizar un análisis de correlación múltiple (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de correlación múltiple y estadísticos asociados de parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la densidad de la mermelada (DM) de durazno.

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	-3,61	0,41	-4,43	-2,8	-8,72	<0,0001		
Sólidos solubles del durazno	0,03	0,01	0,02	0,05	4,37	<0,0001	23,06	2,08
Índice de Forma Durazno	3,17	0,34	2,51	3,83	9,39	<0,0001	92,16	3,27
Firmeza Durazno	-0,13	5E-03	-0,14	-0,12	-29,5	<0,0001	872,41	1,07
pH Inicial Durazno	0,24	0,03	0,18	0,31	7,23	<0,0001	56,25	1,34
Coeficiente de Azúcar	1,99	0,11	1,78	2,2	18,44	<0,0001	344	1,92
Densidad mermelada	1,69							

Coef: Coeficientes de regresión; Est: Valor estimado; E.E: Error estándar de la estimación; LI: Límite inferior de confianza al 95%; LS: Límite superior de confianza al 95%; T: Prueba la hipótesis que el parámetro vale cero; p-valor: prueba de hipótesis basada en T; CpMallows: Importancia predictiva; VIF: Factor de inflación de la varianza.

De acuerdo al análisis de varianza para la regresión lineal múltiple todos los parámetros son altamente significativos. Todas las variables regresoras tienen influencia en la densidad de la mermelada de durazno (DM), sin embargo, la importancia predictiva según CpMallows, (Criterio de Mallows con p de parámetros) da un valor de 872,41 para el parámetro firmeza de la pulpa del durazno (FD), es el parámetro con mayor influencia en el modelo de regresión múltiple, donde los factores de inflación de la varianza (VIF) se encuentra dentro el rango permitido. Ajustando la regresión con el modelo paso a paso (Stepwise) con un p valor de 0,05 tanto para ingreso como retención de parámetros regresores, el modelo retuvo los cinco parámetros y el valor CpMallows no varió, donde los intervalos de confianza se encuentran en un rango menor con -4,43% y -2,8% en el límite inferior (LI) y límite superior (LS) respectivamente. Por lo tanto, por un incremento en una unidad en la firmeza de la pulpa de durazno (FD) la densidad de la mermelada (DM) disminuye en 0,13 g/cm<sup>3</sup>, siempre y cuando los sólidos solubles totales (°Bx D), el índice de forma (IFD), el pH inicial del durazno (pH D) y el coeficiente de azúcar (CA) permanezcan constantes.

Gorny et al. (1999) reportaron que el estado de madurez óptimo para duraznos y nectarinas se encuentran entre 13 y 27 N de dureza de la pulpa, con estos valores el fruto alcanza la vida útil máxima, y se obtiene buena calidad para consumo. Ferrer et al., (2005) en estudios de cambios durante la maduración de durazno señalan que la firmeza disminuye en forma lineal de 14 kg/cm<sup>2</sup> a 4,5 kg/cm<sup>2</sup>. Cascales et al., (2005), reportaron una disminución de 65 a 22 N.

El análisis de residuos parciales para la variable sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M) como variable dependiente y como parámetros regresores: los sólidos solubles totales del durazno (°Bx D), índice de forma del durazno (IFD), firmeza de la pulpa del durazno (FD), pH inicial del durazno (pH D) y coeficiente de azúcar (CA), presenta los siguientes valores.

De acuerdo a la Figura 14 la distribución muestral aleatoria presenta una tendencia directamente proporcional, a medida que se incrementan los sólidos solubles totales del durazno (°Bx D), los sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M) incrementan. Para la Figura 15 la relación sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M) frente al índice de forma del durazno (IFD) la tendencia es la misma, el incremento en la redondez del durazno es directamente proporcional a los sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M).

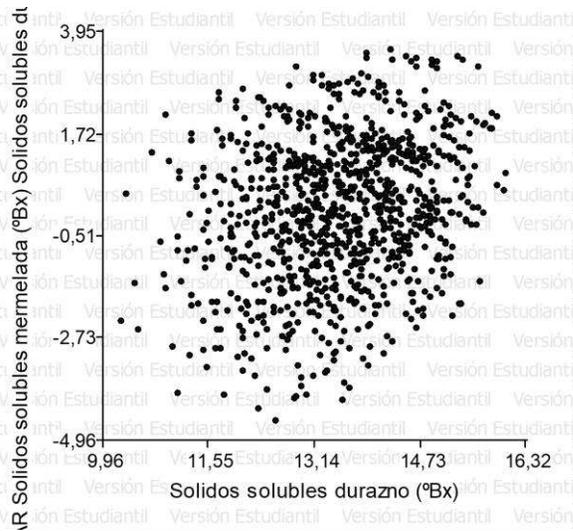


Figura 14. Residuos parciales para los sólidos solubles de la mermelada en contraste a los sólidos solubles del durazno.

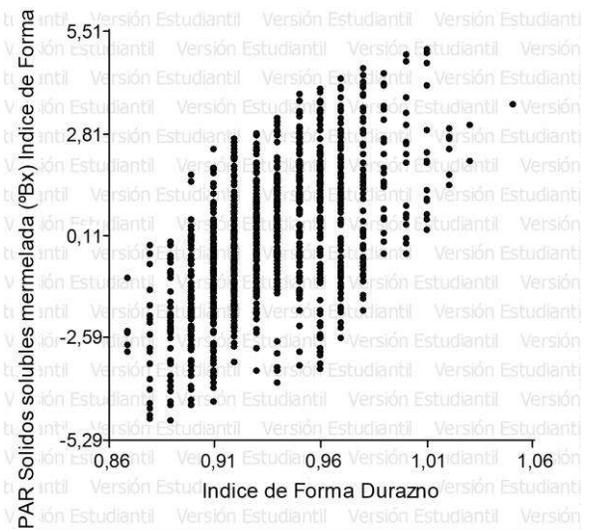


Figura 15. Residuos parciales para los sólidos solubles de la mermelada en contraste al índice de forma del durazno.

Para la relación firmeza de la pulpa de durazno (FD) frente a los sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M) (Figura 16) la relación es directamente proporcional, en la medida que incrementa la firmeza de la pulpa del durazno, los sólidos solubles totales de la mermelada incrementan, con una tendencia lineal positiva. En la figura 17 la relación del pH del durazno (pH D) es directamente proporcional, el incremento del pH del durazno influye positivamente en los sólidos solubles totales de la mermelada con una tendencia lineal positiva.

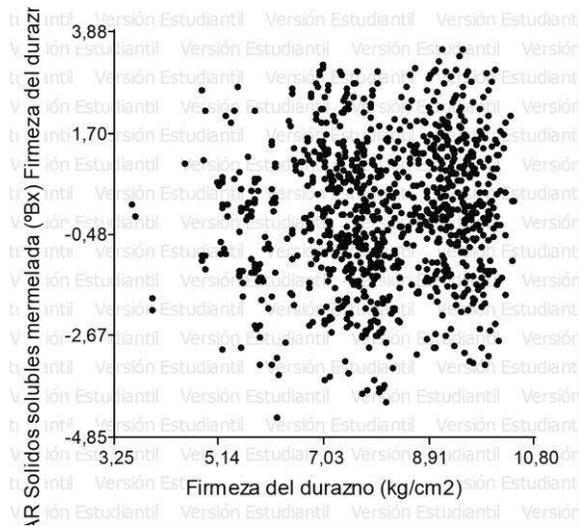


Figura 16. Residuos parciales para los sólidos solubles de la mermelada en contraste a la firmeza de la pulpa del durazno.

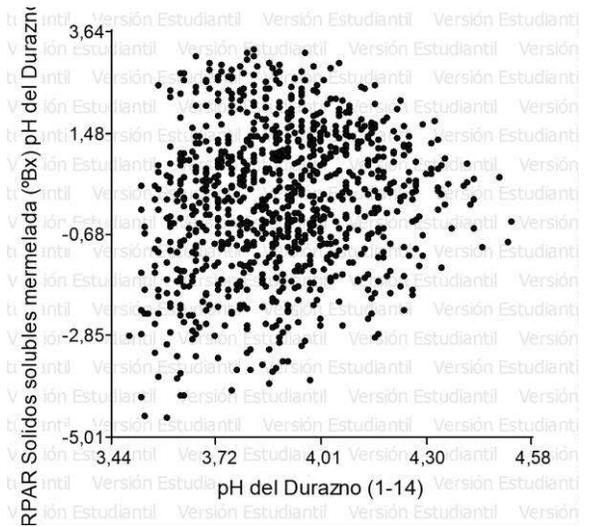


Figura 17. Residuos parciales para los sólidos solubles de la mermelada en contraste al pH del durazno.

La relación del coeficiente de azúcar (CA) frente a los sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M), presenta una homogeneidad de varianza, el incremento de azúcar en la mermelada no influye en forma determinante en los sólidos solubles de la mermelada (Figura 18).

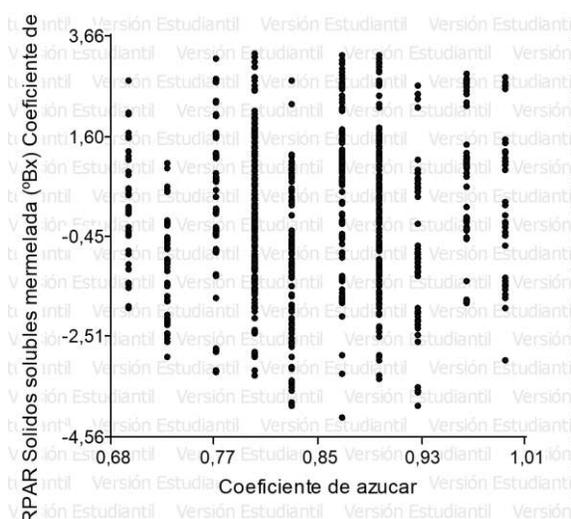


Figura 18. Residuos parciales para los sólidos solubles de la mermelada en contraste al coeficiente de azúcar.

En base al análisis de residuos parciales, todas las variables tienen una tendencia lineal directamente proporcional, en base a estos resultados el análisis de correlación múltiple se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Coeficientes de correlación lineal múltiple y estadísticos asociados de parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en los sólidos solubles totales (°Bx M) de la mermelada del durazno.

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	17,01	3,51	10,12	23,91	4,85	<0,0001		
Sólidos solubles durazno	0,33	0,07	0,2	0,46	5,05	<0,0001	29,48	2,08
Índice de Forma del durazno	36,17	2,86	30,55	41,78	12,6	<0,0001	163,76	3,27
Firmeza de pulpa de durazno	0,11	0,04	0,03	0,18	2,86	0,0043	12,21	1,07
pH del durazno	1,19	0,28	0,63	1,74	4,19	<0,0001	21,52	1,34
Coeficiente de Azúcar	2,09	0,91	0,29	3,88	2,28	0,0227	9,21	1,92
°Bx Mermelada	56,79							

Coef: Coeficientes de regresión; Est: Valor estimado; E.E: Error estándar de la estimación; LI: Límite inferior de confianza al 95%; LS: Límite superior de confianza al 95%; T: Prueba la hipótesis que el parámetro vale cero; p-valor: prueba de hipótesis basada en T; CpMallows: Importancia predictiva; VIF: Factor de inflación de la varianza.

De acuerdo al análisis de varianza para la correlación lineal múltiple todos los parámetros son altamente significativos, excepto firmeza de la pulpa y coeficiente de azúcar que solo son significativos. Todos los parámetros regresores tienen influencia en los sólidos solubles totales (°Bx M) de la mermelada de durazno, sin embargo, la importancia predictiva según CpMallows (Criterio de Mallows con p de parámetros) el valor 163,76 corresponde al índice de forma del durazno (IFD), que es la variable con mayor influencia en el modelo de regresión lineal múltiple, donde los factores de inflación de la varianza (VIF) se encuentran dentro del rango permitido. Los rangos del intervalo de confianza se encuentran entre 10,12% a 23,91% para el (LI) límite inferior y (LS) superior respectivamente. Para reducir el rango de los límites de confianza se realizó la correlación lineal paso a paso (Stepwise) (Tabla 6) con un p valor de 0,05 tanto para ingreso como retención de variables regresoras, el análisis retuvo cuatro variables regresoras y sacó del modelo a la variable regresora coeficiente de azúcar (CA). En el nuevo análisis de regresión lineal paso a paso, el valor CpMallows para la variable índice de forma (IF) incrementó a 290.69 incrementando su influencia predictiva, donde los intervalos de confianza se redujeron entre -4,43 y -2,8 en el límite inferior (LI) y límite superior (LS) respectivamente. Por lo tanto, por un incremento en una unidad en el índice de forma del durazno (IFD) los sólidos solubles totales de la mermelada (°Bx M) incrementan en 39,9 °Bx siempre y cuando el índice de forma del durazno (IFD), la firmeza de la pulpa del durazno (FD), pH inicial de durazno (pH D) y los sólidos solubles totales del durazno (°Bx D) se mantengan constantes.

Tabla 6. Correlación múltiple paso a paso (Stepwise) para coeficientes de correlación múltiple y estadísticos asociados a parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en los sólidos solubles totales de la mermelada de durazno (°Bx M).

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	15,36	3,44	8,6	22,11	4,46	<0,0001		
Índice de forma durazno	39,9	2,35	35,29	44,52	16,96	<0,0001	290,69	2,2
Sólidos solubles del durazno	0,37	0,06	0,24	0,49	5,77	<0,0001	36,35	1,96
Firmeza de la pulpa del durazno	0,1	0,04	0,03	0,17	2,65	0,0082	10,02	1,06
pH durazno	1,06	0,28	0,51	1,6	3,79	0,0002	17,4	1,29
°Bx Mermelada	56,79							

Coef: Coeficientes de regresión; Est: Valor estimado; E.E: Error estándar de la estimación; LI: Límite inferior de confianza al 95%; LS: Límite superior de confianza al 95%; T: Prueba la hipótesis que el parámetro vale cero; p-valor: prueba de hipótesis basada en T; CpMallows: Importancia predictiva; VIF: Factor de inflación de la varianza.

Lima (2018b) reportó índices de forma entre 0,8 a 1,19, los que se aproximan a la unidad son los que determinan mayor calidad del fruto en la comercialización. El análisis de residuos parciales para el parámetro pH de la mermelada (pH M) como variable dependiente y como variables regresoras: sólidos solubles totales del durazno (°Bx D), índice de forma del durazno (IFD), firmeza de la pulpa del durazno (FD), pH del durazno (pH D) y coeficiente de azúcar (CA), presenta los siguientes resultados.

De acuerdo a la Figura 19, la distribución de los datos tiene una tendencia directamente proporcional, a medida que incrementan los sólidos solubles totales del durazno (°Bx D), el pH de la mermelada (pH M) es lineal positiva y se incrementa levemente. Para la figura 20 la relación pH de la mermelada (pH M) frente al índice de forma del durazno (IFD) la tendencia es inversamente proporcional, el incremento en la redondez del durazno el pH de la mermelada tiende a disminuir.

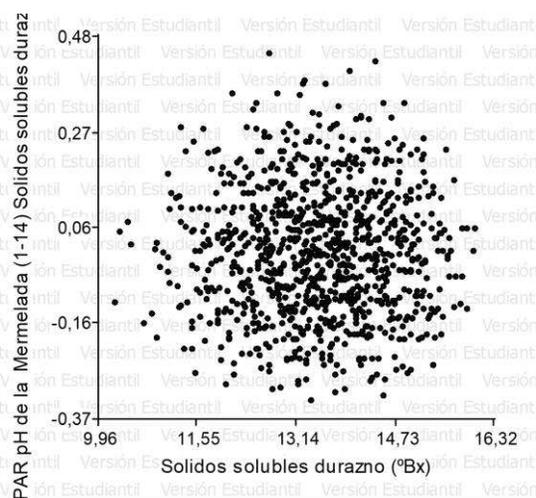


Figura 19. Residuos parciales para el pH de la mermelada en contraste a los sólidos solubles totales del durazno.

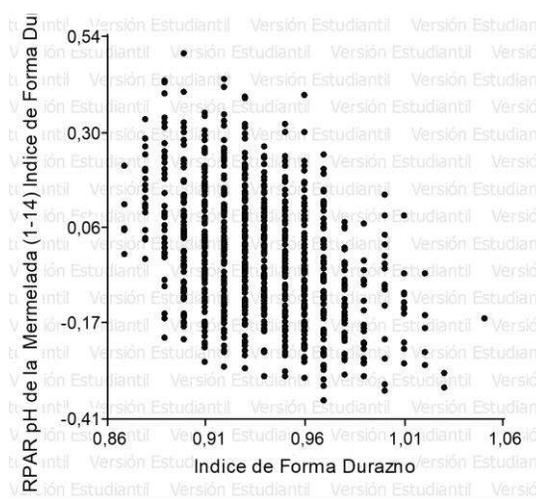


Figura 20. Residuos parciales para el pH de la mermelada en contraste al índice de forma del durazno.

Para la relación firmeza de la pulpa del durazno (FD) frente al pH de la mermelada (pH M) (Figura 21) la relación es inversamente proporcional en la medida que se incrementa la firmeza de la pulpa del durazno el pH de la mermelada tiende a disminuir, con una tendencia lineal negativa. En la Figura 22 la relación del pH del durazno (pH D) es inversamente proporcional, el incremento del pH del durazno influye negativamente en el pH de la mermelada (pH M) con una tendencia lineal negativa.

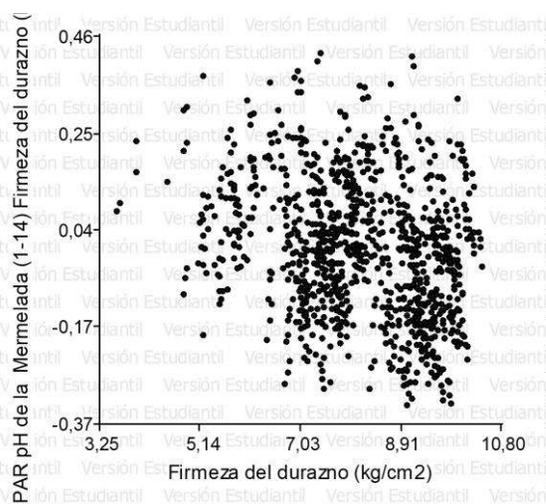


Figura 21. Residuos parciales para el pH de la mermelada en contraste a la firmeza de la pulpa del durazno.

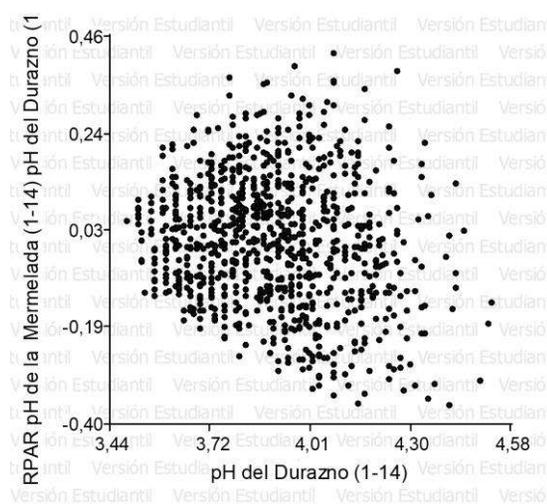


Figura 22. Residuos parciales para el pH de la mermelada en contraste al pH del durazno.

La relación del coeficiente de azúcar (CA) frente al pH de la mermelada (pH M), se observa una tendencia constante, el incremento de azúcar en la mermelada no influye en forma determinante en el pH de la mermelada.

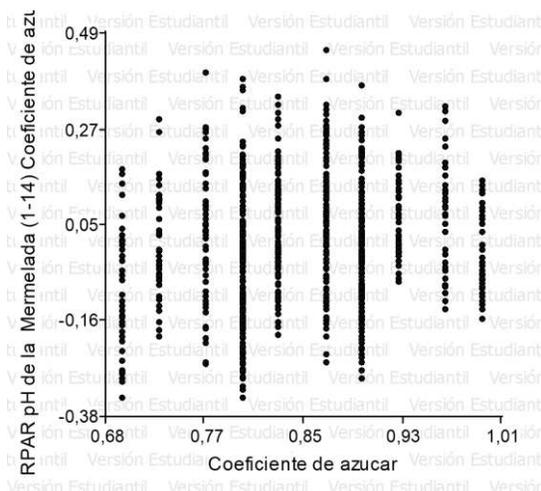


Figura 23. Residuos parciales para el pH de la mermelada en contraste al coeficiente de azúcar del durazno.

En base al análisis de residuos parciales, los parámetros sólidos solubles totales (°Bx D) del durazno y el coeficiente de azúcar (CA) son directamente proporcional al pH de la mermelada (pH M) y los parámetros índice de forma, firmeza de la pulpa de durazno y pH del durazno resultan inversamente proporcional, en base a estos resultados se procedió a realizar un análisis de correlación múltiple (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes de correlación múltiple y estadísticos asociados de parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en el pH de la mermelada de durazno (pH D).

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	6,42	0,33	5,78	7,06	19,68	<0,0001		
Sólidos solubles del durazno	3,70E-04	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,952	4	2,08
Índice de forma del durazno	-2,08	0,27	-2,6	-1,56	-7,82	<0,0001	65,17	3,27
Firmeza de la pulpa de durazno	-0,03	3,50E-03	-0,04	-0,02	-8,12	<0,0001	69,86	1,07
pH durazno	-0,12	0,03	-0,17	-0,07	-4,48	<0,0001	24,09	1,34
Coeficiente de azúcar	0,34	0,08	0,17	0,5	3,96	0,0001	19,67	1,92
pH mermelada	4,53							

Coef: Coeficientes de regresión; Est: Valor estimado; E.E: Error estándar de la estimación; LI: Límite inferior de confianza al 95%; LS: Límite superior de confianza al 95%; T: Prueba la hipótesis que el parámetro vale cero; p-valor: prueba de hipótesis basada en T; CpMallows: Importancia predictiva; VIF: Factor de inflación de la varianza.

De acuerdo al análisis de varianza para la correlación lineal múltiple todos los parámetros son altamente significativos, excepto los sólidos solubles totales que no son significativos y el coeficiente de azúcar que es solamente significativo. Los parámetros regresores: sólidos solubles del durazno ( $^{\circ}\text{Bx D}$ ) y el coeficiente de azúcar (CA) tienen influencia positiva en el pH de la mermelada de durazno (pH M), los parámetros: índice de forma del durazno (IFD), firmeza de la pulpa de durazno (FD) y pH del durazno (pH D) tienen una tendencia negativa en el pH de la mermelada (pH M), según CpMallows (Criterio de Mallows con p de parámetros) para la firmeza de la pulpa del durazno (FD) es 69,86, es el parámetro predictivo con mayor influencia seguido del índice de forma (IFD) con 65,17, donde los factores de inflación de la varianza (VIF) se encuentran dentro el rango permitido. Los rangos del intervalo de confianza se encuentran entre 5,78% a 7,06% para el límite inferior (LI) y superior (LS) respectivamente. Para reducir los límites con el modelo de regresión paso a paso (Stepwise) con un p valor de 0,05 tanto para ingreso como retención de parámetros regresores, el modelo solo retuvo cuatro parámetros regresores y sacó del modelo a la variable regresora sólidos solubles del durazno ( $^{\circ}\text{Bx D}$ ). Con el nuevo modelo el valor CpMallows para el parámetro firmeza de la pulpa del durazno (FD) cambió a la variable índice de forma del durazno (IFD) con un valor 122,78 (Tabla 8) incrementando su influencia predictiva, y los intervalos de confianza se redujeron entre 6,05% y 6,82% para el límite inferior (LI) y límite superior (LS) respectivamente. Por lo tanto, por un incremento en una unidad en el índice de forma del durazno (IFD) el pH de la mermelada (pH M) se reduce en 2,09 unidades.

Tabla 8. Correlación múltiple paso a paso (Stepwise) para coeficientes de correlación múltiple y estadísticos asociados a parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en el pH de la mermelada de durazno (pH M).

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	6,43	0,2	6,05	6,82	32,98	<0,0001		
Firmeza de la pulpa del durazno	-0,03	3,50E-03	-0,04	-0,02	-8,14	<0,0001	69,23	1,06
Índice de forma del durazno	-2,09	0,19	-2,46	-1,72	-10,9	<0,0001	122,78	1,69
pH del durazno	-0,12	0,03	-0,17	-0,07	-4,65	<0,0001	24,65	1,25
Coeficiente de azúcar	0,34	0,08	0,18	0,5	4,1	<0,0001	19,82	1,81
pH mermelada	4,53							

Coef: Coeficientes de regresión; Est: Valor estimado; E.E: Error estándar de la estimación; LI: Límite inferior de confianza al 95%; LS: Límite superior de confianza al 95%; T: Prueba la hipótesis que el parámetro vale cero; p-valor: prueba de hipótesis basada en T; CpMallows: Importancia predictiva; VIF: Factor de inflación de la varianza.

La evolución del color de amarillo verdoso a amarillo intenso es resultado de la degradación de la clorofila por enzimas como la clorofilasa o por cambios en el pH y la síntesis de carotenoides (Cunha, 2007, p. 663). Muñoz, (2012) para diferentes variedades de durazno reportó valores de pH entre 3,85 hasta 4,60. Vera, (2012) reportó pH 3,97, 3,98, 3,99, 4,0, 4,01 en la elaboración de mermelada con sucralosa.

### Análisis de conglomerados

Los 19 tratamientos fueron sometidos a un análisis de cluster para formar grupos relativamente homogéneos, para todas las variables tanto del durazno, como de la mermelada (Figura 24).

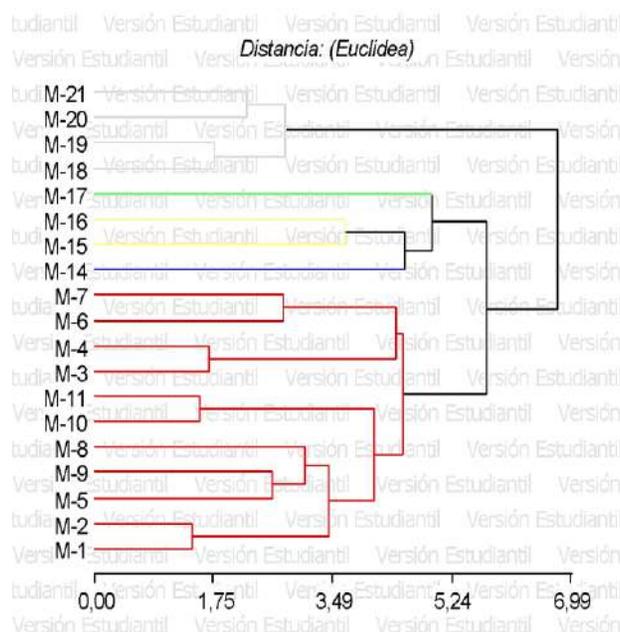


Figura 24. Análisis cluster de parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno.

De acuerdo a la Figura 24 los 19 tratamientos (M<sub>1-n</sub>) fueron agrupados en cinco tratamientos en función a los valores homogéneos. Primer grupo formado por los tratamientos M-1 al M-11 (Tratamiento A). El segundo fue agrupado solo el tratamiento M-14 (Tratamiento B). El tercer grupo formado por los tratamientos M-15, M-16 (Tratamiento C). El cuarto grupo fue formado por el tratamiento M-17 (Tratamiento D). El último grupo, formado por los tratamientos M-18 al M-21 (Tratamiento E).

### Análisis de varianza

De acuerdo a la Tabla 9, se presenta el resumen de análisis de varianza para los parámetros fisicoquímicos y su influencia en la mermelada de durazno, de cinco tratamientos agrupados mediante conglomerados. El análisis de varianza se realizó para diferentes tratamientos (formulaciones). Los parámetros fisicoquímicos en el durazno y en la mermelada no presentan diferencia estadística significativa, excepto el coeficiente de azúcar.

Tabla 9. Resumen de análisis de varianza para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno.

Parámetro	CV	FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Sólidos solubles del durazno (°Bx D)	14,12	Tratamientos	23,28	4	5,82	1,6	0,2296
Índice de forma del durazno (IFD)	5,69	Tratamientos	0,02	4	0,005	1,75	0,1942
Firmeza de la pulpa del durazno (FD)	33,17	Tratamientos	10,61	4	2,65	0,36	0,8308
pH del durazno (pH D)	8,67	Tratamientos	0,92	4	0,23	2,02	0,1471
Coeficiente azúcar (CA)	8,23	Tratamientos	0,28	4	0,07	14,52	0,0001
Sólidos solubles mermelada (°Bx M)	5,62	Tratamientos	34,61	4	8,65	0,7	0,6058
pH de la mermelada (pH M)	6,26	Tratamientos	0,68	4	0,17	2,63	0,0794

CV: Coeficiente de variación; FV: Fuente de variación; SC: Sumatoria de cuadrados; gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Valor F calculado; p-valor: Valor de referencia para la significancia.

## Comparación de medias para el coeficiente de azúcar (CA)

De acuerdo a la Tabla 10 el tratamiento A es el que se destaca frente a los otros tratamientos, el tratamiento representa al conglomerado A con una relación de azúcar en la mermelada de 1:1.

Tabla 10. Comparación de medias según Duncan (0,05) para el coeficiente de azúcar (CA) y su influencia en la mermelada de durazno.

Tratamientos agrupados	Medias	n	E.E.	
TA	0,95	11	0,02	a
TC	0,7	2	0,05	b
TE	0,7	4	0,03	b
TD	0,7	1	0,07	b
TB	0,7	1	0,07	b

n: Numero de observaciones; E.E: Error estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Evaluación de aceptabilidad

La Tabla 11, presenta el análisis de varianza obtenido al evaluar la aceptabilidad de los jueces hacia los diferentes tratamientos. Así se puede observar una diferencia significativa entre tratamientos por lo cual se aplicó la prueba de amplitud de Duncan con la cual se pudo determinar el conglomerado con mayor aceptabilidad.

Tabla 11. Análisis de Varianza para prueba de aceptabilidad con escala hedónica para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno.

F V	S C	gl	CM	F	Probabilidad	Valor F
Jueces	3708,348574	23	161,2325467	2,28265	0,002988	1,6472825
Tratamientos	1307,934759	4	326,9836898	4,62927	0,00189	2,47068119
Error	6498,329775	92	70,6340193			
Total	11514,61311	119				

FV: Fuente de variación; SC: Sumatoria de cuadrados; gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Valor F calculado; Valor F: valor de referencia para la significancia.

Realizando la respectiva comparación de medias (Tabla 12) de acuerdo a la prueba de amplitud de Duncan, estadísticamente se concluye lo siguiente:

Tabla 12. Comparación de Medias para el conglomerado TE para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de Durazno.

	Valor calculado	Valor crítico	
TE-TA	9,73	5,35	Existe diferencia significativa
TE-TB	4,52	5,23	No Existe diferencia significativa
TE-TC	2,90	5,06	No existe diferencia significativa
TE-TD	1,91	4,80	No existe diferencia significativa

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 tratamientos de mermelada de durazno hay diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en el promedio de aceptabilidad de la mermelada TE y TA siendo más aceptable el tratamiento TE (Tabla 12).

Tabla 13. Comparación de Medias para el conglomerado TD para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de Durazno.

	Valor calculado	Valor crítico	
TD-TA	7,82	5,23	Existe diferencia significativa
TD-TB	2,61	5,06	No existe diferencia significativa
TD-TC	0,99	4,80	No existe diferencia significativa

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 tratamientos de mermelada de durazno (Tabla 13) hay diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en el promedio de aceptabilidad de la mermelada TD y TA siendo más aceptable el tipo TD.

Tabla 14. Comparación de Medias para el conglomerado TC para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno

	Valor calculado	Valor crítico	
TC-TA	6,83	5,06	Existe diferencia significativa
TC-TB	1,62	4,80	No existe diferencia significativa

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 tratamientos de mermelada de durazno hay diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en el promedio de aceptabilidad de la mermelada TC y TA siendo más aceptable el tipo TC (Tabla 14).

Tabla 15. Comparación de Medias para el conglomerado TB para parámetros fisicoquímicos del durazno y su efecto en la mermelada de durazno

	Valor calculado	Valor crítico	
TB-TA	5,21	4,80	Existe diferencia significativa

En la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 tratamientos de mermelada de durazno (Tabla 14) hay diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en el promedio de aceptabilidad de la mermelada TB y TA siendo más aceptable el tipo TB (Tabla 15).

Los resultados indican que los tratamientos TE, TD, TC Y TB no presentan diferencias significativas; sin embargo, los panelistas evaluaron con mayor puntuación al conglomerado TE. En cuanto a TA que resultó estadísticamente diferente de los demás tratamientos tiene como principal característica la proporción pulpa-azúcar 1:08; mientras que para los tratamientos TE, TD, TC y TB la proporción pulpa-azúcar fue 1:07.

Por otro lado, TE presenta las siguientes características: para el proceso de elaboración se utilizó pulpa de durazno triturada, la concentración de sólidos solubles en la pulpa de durazno estuvo en un rango de 10 a 14 °Bx; la concentración final de sólidos solubles en la mermelada fue de 60%.

## CONCLUSIONES

Un aumento en un grado en la firmeza de la pulpa del durazno conlleva una disminución en la densidad de la mermelada de aproximadamente  $0,13 \text{ g/cm}^3$ , manteniendo constantes los grados Brix iniciales, el índice de forma del durazno, el pH inicial y el coeficiente de azúcar, lográndose una densidad de la mermelada de  $1,69 \text{ g/cm}^3$ .

El aumento de un grado en el índice de forma del durazno provoca un incremento de  $39,9$  (°Bx) en los sólidos solubles totales de la mermelada, manteniendo constantes los otros parámetros: sólidos solubles del durazno, firmeza de la pulpa y pH del durazno. El modelo excluyó el parámetro coeficiente de azúcar, alcanzándose  $56,79$  °Bx en la mermelada de durazno.

Un incremento de una unidad en la variable índice de forma del durazno resulta en una reducción de 2,09 unidades en el pH de la mermelada, si la firmeza de la pulpa de durazno, el pH del durazno y el coeficiente de azúcar se mantienen constantes, el modelo paso a paso excluyó a los sólidos solubles del durazno, alcanzándose 4,53 de pH en la mermelada.

Por evaluación sensorial se ha determinado que los productos con mayor aceptabilidad son aquellos que han sido elaborados con pulpa de durazno triturada; con concentración de sólidos solubles en la pulpa entre 10 y 14 °Bx, con una proporción de pulpa-azúcar 1:07 (por 1 kilogramo de pulpa 700 gramos de azúcar) y una concentración final de sólidos solubles en mermelada de 60%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altube, H. A., Budde, C. O., Urquiza, M. G. O., & Rivata, R. S. (2001). Determination of the harvest indexes in peach trees cvs. Flordaking and San Pedro 16-33. *Agricultura Técnica*, 61(2), 140-150.
- Africano, K. L., Almanza-Merchán, P. J., & Balaguera-López, H. E. (2015). Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]. Una Revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 161-172.
- Barrera, J. L., Arrazola, G. S., & Cayón, D. G. (2010). Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (Musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. *Acta Agronómica*, 59(1), 20-29.
- Cárdenas, J., & Fischer, G. (2013). Clasificación botánica y morfología. Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Bogotá, Colombia, 21-29.
- Cascales, A. I., Costell, E., & Romojaro, F. (2005). Effects of the degree of maturity on the chemical composition, physical characteristics and sensory attributes of peach (*Prunus persica*) cv. Caterin. *Food science and technology international*, 11(5), 345-352.
- Castro, A., & Puentes, G. (2012). El manejo del cultivo del durazno y del ciruelo. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. *Produmedios*, Bogotá
- CODEX STAN 206-2009. *Alimentarius*, C. (2009). Norma para las confituras, jaleas y mermeladas. Recuperado de <https://docplayer.es/9032148-Codex-stan-296-pagina-1-de-10.html>
- Cunha Junior, L. C., Durigan, M. F. B., Mattiuz, B. H., Martins, R. N., & Durigan, J. F. (2007). Caracterização da curva de maturação de pêssegos' Aurora-1', na região de Jaboticabal-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29, 661-665.
- de Penna, E. W. (2001). Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. *Universidad de Chile*. Chile.
- Espinosa Chiriboga, J. J. (2008). Estudio de la sustitución parcial de mora por remolacha (*Beta vulgaris* var. Conditiva) en la elaboración d mermelada de mora para la industria pastelera (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2008).
- Ferrer, A., Remón, S., Negueruela, A. I., & Oria, R. (2005). Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*, 105(4), 435-446.
- Gutiérrez Osorio, C. M. (2018). Evaluación de la calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv Gran Jarillo, durante la cosecha en dos localidades de la provincia de Pamplona, Norte de Santander.
- Gorny, J. R., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (1997, August). Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut nectarines and peaches. In *International Symposium Effect of Pre- & Postharvest factors in Fruit Storage* 485 (pp. 173-180).
- Herrera, C., M. Laitón, A. Paredes y G. Sánchez. 2006. Manejo poscosecha en durazno y ciruelo. En: *Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuaria (Corpoica)*. *Produmedios*, Bogotá.
- INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACION Y CALIDAD (IBNORCA). (Octubre de 2009). Norma Boliviana NB 36012. *Conservas de Vegetales - Mermeladas de Fruta - Generalidades*. Bolivia.

- Lima Angulo, M. A. Determinación de la calidad del durazno (*Prunus persica* L. Bastch) durante la cosecha en el municipio de Sapahaqui comunidad Chicoma-La Paz (Doctoral dissertation).
- Martín, L., Bernardi, C., Güemes, D., Pirovani, M., & Piagentini, A. (2011). Evaluación de variedades de duraznos destinadas al mínimo procesamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(1), 51-56.
- Martínez-Rodríguez, A. J. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL).
- Muñoz Puentes, E., Rubio, L. A., & Cabeza, M. S. (2012). Comportamiento de flujo y caracterización fisicoquímica de pulpas de durazno.
- Montes de Oca, I. (1997). Geografía y recursos naturales de Bolivia. Edobol, La Paz.
- Ortíz Suárez, I. (2007). Estudio técnico-económico para la producción de jitomate saladett (*licopersicum esculentum*) bajo condiciones de invernadero hidropónico, en Acaxochitlán Hidalgo-México.
- Paltrinieri, G., & Figuerola, F. (1997). Manual técnico procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas.
- Pastor Navarro, C., & González Martínez, M. C. (2018). Determinación de los sólidos solubles de un alimento con un alto y un bajo contenido en agua.
- Peñañiel, W. (2009). 1ra. Ed. Estadística aplicada. Artes Gráficas FLOWERS. La Paz, Bolivia.
- Pinzón, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los Estados de Madurez del Fruto de la Gulupa. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95. Recuperado el 27 de Octubre de 2023, de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a10.pdf>
- Seta, S., & Moyano, M. I. (2007). Duraznos para consumo en fresco en el sur de Santa Fe: ¿cómo definir su momento óptimo de cosecha?.
- Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Andrade, R. D. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información tecnológica*, 24(3), 51-56.
- Valero, C., Crisosto, C. H., & Slaughter, D. (2007). Relationship between nondestructive firmness measurements and commercially important ripening fruit stages for peaches, nectarines and plums. *Postharvest Biology and Technology*, 44(3), 248-253.
- Vera Retamal, M. N. (2012). Elaboración de mermelada light de durazno.