

**Efecto del uso de acidulantes en propiedades
fisicoquímicas y sensoriales de la manzana
(*Malus domestica*) mínimamente procesada**

Anderson Gustavo Rosero Jiménez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del uso de acidulantes en propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la manzana (*Malus domestica*) mínimamente procesada

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Anderson Gustavo Rosero Jiménez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Efecto del uso de acidulantes en propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la manzana (*Malus domestica*) mínimamente procesada

Anderson Gustavo Rosero Jiménez

Resumen. El consumo de frutas mínimamente procesadas está en aumento por ser productos cuyas operaciones no afectan su frescura y propiedades naturales. El problema de los productos mínimamente procesados es el oscurecimiento, producto de operaciones como pelado y cortado. Por lo anterior, a estos productos generalmente se les adiciona acidulantes para controlar el cambio de color. Los objetivos de este estudio fueron, evaluar el efecto de acidulantes y de variedades de manzana en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la manzana mínimamente procesada. En este estudio se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con arreglo factorial 2 por 2, teniendo como factores el acidulante (miel de abeja y limón) y la variedad (Gala y Smith). Se realizaron medidas repetidas en el tiempo (uno y siete días) y tres repeticiones por tratamiento. Se realizaron pruebas fisicoquímicas y un análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación y preferencia. El estudio concluyó que la miel de abeja aumentó los sólidos solubles, y la aceptación del sabor, pero disminuyó el pH, la Aw, la luminosidad, la aceptación del color, apariencia, consistencia y sabor. El limón aumentó la Aw, la luminosidad, la aceptación del color y apariencia, pero disminuyó el pH, sólidos solubles, la aceptación del sabor y consistencia. La manzana Gala aumentó la coloración amarilla, pero disminuyó la firmeza y aceptación general. La manzana Smith mantuvo la firmeza, pero disminuyó la coloración roja, coloración amarilla y aceptación general. El tratamiento (Smith-0) fue el preferido.

Palabras clave: Color, Granny Smith, limón, miel de abeja, Royal Gala.

Abstract. The consumption of minimally processed fruits is increasing because they are products whose operations do not affect their freshness and natural properties. The problem with minimally processed products is darkening, which is produced by operations such as peeling and cutting. Due to the above, these acidulants are added to control the color change. The objectives of this study were to evaluate the effect of acidulants and apple varieties on the physicochemical and sensory properties of the minimally processed apple. In this study, we used a Randomized Complete Block (RCB) design, with a 2 for 2 factorial arrangement, with the acidulant (honey and lemon) and the variety (Gala and Smith) as factors. Repeated measures were evaluated over time (one and seven days) and three replicates per treatment. Physicochemical tests and an affective sensory analysis with acceptance and preference test were performed. The study concluded that honey increased soluble solids, and the acceptance of flavor, but decreased pH, Aw, luminosity, color acceptance, appearance, consistency and flavor. Lemon increased Aw, luminosity, acceptance of color and appearance, but decreased pH, soluble solids, acceptance of flavor and consistency. The Gala apple increased the yellow coloration, but decreased firmness and general acceptance. The Smith apple maintained firmness, but decreased the red coloration, yellow coloration and general acceptance. The treatment (Smith-0) was preferred.

Key words: Color, Granny Smith, honey bee, lemon, Royal Gala.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de Firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES	18
5. RECOMENDACIONES.....	19
6. LITERATURA CITADA	20
7. ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos con manzana mínimamente con acidulantes.	5
2. Resultados de análisis químico: pH de los tratamientos.	6
3. Resultados de análisis químicos: Aw de los tratamientos.	7
4. Resultados de análisis químico: sólidos solubles de los tratamientos.	8
5. Resultados de análisis físico: firmeza (N) de los tratamientos.	8
6. Resultados análisis físico: color para la escala L* de los tratamientos.	9
7. Resultados análisis físicos: color para la escala a* de los tratamientos.	10
8. Resultados análisis físicos: color para la variable b* de los tratamientos.	11
9. Resultado análisis sensorial afectivo de aceptación: color de los tratamientos.	12
10. Resultados análisis sensorial afectivo de aceptación: apariencia de los tratamientos.	13
11. Resultados de análisis sensorial de aceptación: consistencia de los tratamientos. ...	14
12. Resultados de análisis sensorial de aceptación: sabor de los tratamientos.	15
13. Resultados de análisis sensorial afectivo de aceptación: aceptación general. de los tratamientos.	15
14. Resultados de análisis sensorial afectivo de preferencia para el día 1: Basker.	16
15. Resultados de análisis sensorial afectivo de preferencia para el día 7: Basker.	17
 Figura	 Página
1. Flujo de proceso de la manzana mínimamente procesada con acidulante.	3
 Anexos	 Página
1. Escala hedónica empleada para evaluación sensorial de aceptación.	25
2. Hoja empleada para evaluación sensorial de las muestras.	25
3. Probabilidades de las factoriales según el análisis.	26
4. Cuadro de correlación análisis fisicoquímicos.	27
5. Cuadro de correlación análisis sensorial.	27
6. Cuadro de correlación análisis físico: Color.	27

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de consumo de frutas se le podría atribuir a un cambio de conciencia por parte de los consumidores, quienes exigen alimentos saludables, bajos en calorías, ricos en nutrientes, inocuos, fáciles de preparar y rápidos de consumir (Gubeli 2012). La industria de alimentos se ha enfocado en aumentar la capacidad de adaptación e innovación de productos que satisfagan las expectativas de los consumidores (Cortés y Chiralt 2008). En los últimos años, la producción de frutas mínimamente procesadas ha crecido, tanto en cantidad como en variedad, debido a sus características sensoriales similares a las de un producto fresco, vida útil de 10-12 días, inocuos y de calidad nutritiva (Wiley 1997). Los productos mínimamente procesados, se caracterizan por haber recibido operaciones básicas, por lo que se comercializan como productos de consumo directo (Parzanese 2009).

Estos productos han crecido en mercados nacionales e internacionales, pues el consumidor espera obtener productos fáciles de preparar y de rápido consumo con características similares a las de un producto fresco (Aguayo *et al.* 2017). El ritmo de vida acelerado que llevan tanto las mujeres como los hombres, ha llevado a que se busquen alimentos de consumo rápido, cómodo y que entreguen valor nutritivo (González *et al.* 2013). Inicialmente esta técnica se ocupaba en hortalizas, pero poco a poco se ha introducido en frutas (Pereyra 2011). Las frutas mínimamente procesadas pertenecen a la gama IV que son productos listos para el consumo, que han sido sometidos a procesos mínimos que incluye; selección, lavado, pelado/trozado, sanitización, secado y envasado (Inestroza *et al.* 2015).

La manzana (*Malus domestica*), es una fruta muy consumida por los beneficios nutricionales que aporta como la cantidad de fibra y carbohidratos (Hidalgo *et al.* 2016). El problema principal de este producto es su oscurecimiento, este varía dependiendo la variedad (Pardo 2017). Distintas variedades de manzana presentan diferente tasa de respiración y por ende diferencia en el oscurecimiento. Siendo la manzana de variedad Smith la que presenta menor tasa de respiración y un oscurecimiento lento (Pereyra 2011), mientras que la tasa de respiración en la variedad Gala es mayor, permitiendo un oscurecimiento más rápido (Gubeli 2012). El procesamiento de alimentos suele ser una actividad perniciosa, pues al momento de cortar la manzana, esta tiene contacto con el oxígeno catalizando la oxidación de los compuestos fenólicos naturales a sus correspondientes quinonas (Sellés 2007). El oscurecimiento enzimático, dado principalmente por la enzima polifenoloxidasas, es uno de los principales problemas que afectan la calidad y vida útil de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Denoya *et al.* 2012).

Las reacciones de deterioro de la manzana están asociadas principalmente al pardeamiento enzimático, esto se da por las rupturas generadas durante la elaboración, causando que las

enzimas se liberen y entren en contacto con el sustrato (Pereyra 2011). La polifenoloxidasas, también conocida como tirosinasas o fenoloxidasas, se encarga de catalizar la hidroxilación de monofenoles a ortodifenoles, luego se oxidan dando lugar a las ortoquinonas. El producto final se conoce como melanoidinas, las cuales, son las responsables del color marrón de la manzana (Gasull y Becerra 2006). El color de los alimentos es importante ya que es uno de los atributos más utilizados por los consumidores para evaluar la calidad del producto y por lo tanto, aceptación o rechazo del mismo (Ruelas *et al.* 2013).

El limón, es utilizado caseramente para conservar las propiedades de color de los productos pelados y cortados con alto potencial de oscurecimiento, ya que el limón tiene alta concentración de ácido cítrico, cafeico y ferúlico. Estos ácidos, pueden ayudar a retardar el pardeamiento en alimentos frescos (Domínguez y Ordoñez 2014).

La miel de abeja, está constituida por hidratos de carbono y agua principalmente pero también contiene minerales, materia nitrogenada y ácidos orgánicos (Fattori 2004). Los ácidos orgánicos de la miel aportan propiedades como sabor, aroma, color, acidez y conductividad eléctrica. Los ácidos orgánicos presentes en la miel son: glucónico, acético, butírico, cítrico, fórmico, láctico, málico, piroglutamico y succínico, de estos ácidos orgánicos, el ácido glucónico es el predominante en la miel (Mato 2004).

Para este estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de los acidulantes en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la manzana mínimamente procesada.
- Evaluar el efecto de las variedades de la manzana en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto mínimamente procesado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en la municipalidad de San Antonio de Oriente en el departamento de Francisco Morazán, Honduras. Las manzanas mínimamente procesadas se prepararon en la Planta Apícola. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y el análisis sensorial se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de Zamorano.

Preparación de manzanas mínimamente procesadas con acidulante.

En la figura 1 se detalla el flujo de proceso para la preparación de las manzanas (Royal Gala y Granny Smith) mínimamente procesada con acidulantes (miel de abeja y limón persa).

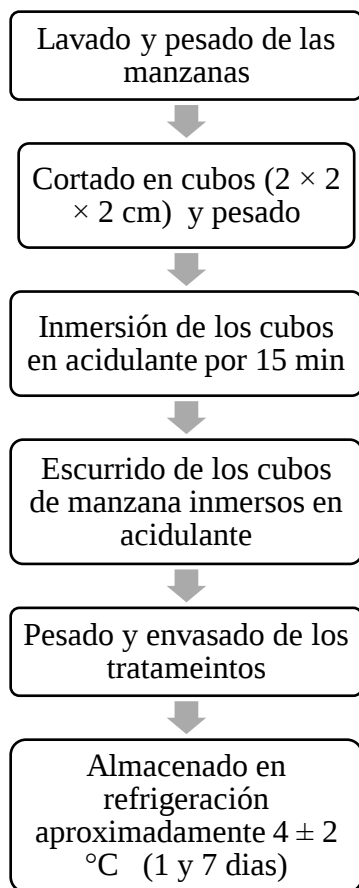


Figura 1. Flujo de proceso de la manzana mínimamente procesada con acidulante.

Se inició pesando las manzanas, luego se lavaron, y se procedió a hacer cortes homogéneos tipo cubos (aproximadamente de $2 \times 2 \times 2$ cm), para posteriormente pesar los cubos de manzana. Después, los cubos se sumergieron en miel y limón durante 15 minutos, batiéndolos cada dos minutos aproximadamente para asegurar un contacto eficiente de la manzana con el acidulante natural. Posteriormente, se escurrió la manzana aproximadamente por un minuto, luego se pesaron y envasaron los tratamientos, finalmente fueron almacenados en refrigeración (4 ± 2 °C) durante uno y siete días.

Análisis fisicoquímicos.

A continuación, se detalla la metodología utilizada en este estudio.

Potencial de hidrógeno (pH). Se utilizó el potenciómetro Accumet modelo 15, Fisher scientific, United States of America del (LAAZ), según el método (AOAC 981.12). Antes y después de realizar el análisis se lavó el electrodo con agua desionizada y posteriormente se calibró con buffer de 4 y 7. Para este análisis se preparó puré de las muestras de manzana y se colocó aproximadamente 10 g de muestra con 10 ml de agua desionizada en un beaker de 50 ml. Seguidamente, se batió la mezcla para homogenizarla y finalmente, se colocó el electrodo para obtener la lectura de cada tratamiento.

Color. Se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter L* a* b* para evaluar el color de cada tratamiento en cada repetición. Según el método (AN 1018.00), se calibró el equipo utilizando el plato negro y blanco. Para realizar la lectura, se colocó las manzanas encima del plato de medición evitando que queden espacios, luego se tapó y finalmente se obtuvo datos en valores de L a* b*.

La escala L* representa luminosidad, 0 es negro y 100 es claro. La escala a* define la intensidad de los colores rojo en valores positivos y verde en valores negativos en una escala de -60 a +60. La escala b* define la intensidad de los colores azul en valores negativos y amarillo en valores positivos en una escala de -60 a +60 (HunterLab 2008).

Actividad de agua (Aw). Con el equipo Aqualab se realizó la medición según el método (AOAC 978.18). Se calibró el equipo usando una solución de 0.94. Luego se realizaron cortes a los cubos de manzana, ya que para este análisis necesitábamos cubos pequeños que cubran toda la superficie del recipiente de Aqualab, sin sobrepasar la altura permitida. Finalmente, se introdujo el recipiente en el equipo y se esperó alrededor de unos 5 minutos para obtener la lectura.

Sólidos solubles (°Brix). Se utilizó el refractómetro de bolsillo PAL-3, marca ATAGO con escala de 0 a $93 \pm 0.1\%$ utilizando el método (NMX-F-103-1982). Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en alimentos expresados en porcentaje de sacarosa (NMX 1992). Se agregó la muestra en el lente del refractómetro previamente calibrado con agua destilada y se tomó la lectura.

Firmeza. Se utilizó el penetrómetro analógico modelo FT 327 proporcionado por la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Se utilizó una bandeja de plástico como base y se presionó constantemente hasta que el pistón ingresó a la línea de referencia, se realizó la

medición por triplicado para disminuir el error. Los resultados se obtuvieron en unidades de Newtons de fuerza.

Análisis sensorial.

A continuación, se detalla la metodología utilizada en la evaluación sensorial de este estudio.

Análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación. Se realizó la evaluación basada en los atributos color, sabor, apariencia, consistencia y aceptación general. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, donde 1 corresponde a “me disgusta extremadamente” y 9 corresponde a “me gusta extremadamente”. Para este análisis se contó con 50 panelistas no entrenados que realizaron análisis al día uno y al día siete de almacenamiento del producto.

Análisis sensorial afectivo con prueba de preferencia. Se realizó este análisis basado en el ordenamiento de los tratamientos según su mayor preferencia. Se utilizó el ordenamiento de uno a seis, siendo uno el de mayor preferencia y seis el de menor preferencia. Para este análisis se contó con 50 panelistas no entrenados, quienes realizaron pruebas al día uno y al día siete de almacenamiento del producto.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial de 2 x 2, donde uno de los factores fue la variedad de manzana (Gala y Smith) y el segundo factor fue el acidulante (Miel de abeja y Limón persa), evaluándose dos controles, uno para cada variedad. Se obtuvo un total de 6 tratamientos, con tres repeticiones cada uno y dos medidas repetidas en el tiempo (día 1 y 7), para un total de 18 unidades experimentales (cuadro 1). Se realizó un análisis de varianza ANDEVA para determinar la significancia del modelo y a la vez se realizó una separación de medias LSMEANS con nivel de significancia de ($P < 0.05$). Los resultados fueron analizados con el programa estadístico “Statiscal Analysis System” (SAS versión 9.4).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos con manzana mínimamente con acidulantes.

Variedad	Acidulante	Tratamientos
Gala	Miel	1
Gala	Limón	2
Smith	Miel	3
Smith	Limón	4
Smith	0	5
Gala	0	6

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potencial de hidrógeno (pH). En el cuadro 2 se muestran las diferencias significativas encontradas entre tratamientos ($P < 0.05$), ambos factores, manzana y acidulante influyeron en los resultados de pH, pero no se puede ver claramente cual es el más influyente debido a la interacción que existe ($P < 0.0001$). No hubo efecto del tiempo sobre los tratamientos ($P > 0.05$), los tratamientos con limón fueron los que presentaron un nivel más bajo de pH, esto pudo estar relacionado con el pH que presenta el limón.

Cuadro 2. Resultados de análisis químico: pH de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	4.01 $\pm$ 0.07 ^A
Gala	Limón	3.16 $\pm$ 0.05 ^C
Smith	Miel	3.39 $\pm$ 0.12 ^B
Smith	Limón	2.93 $\pm$ 0.13 ^C
Smith	0	3.38 $\pm$ 0.09 ^B
Gala	0	4.07 $\pm$ 0.15 ^A
C.V (%)		2.91

^{A-C}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Los resultados antes mencionados son similares a los que se obtuvo en estudios anteriores, los cuales indican que la manzana de variedad Gala tuvo un pH aproximado de 3.9 (Gubeli 2012), mientras que la variedad Smith posee un pH aproximado de 3.2 (Pacheco 2009).

En el caso de los acidulantes, se obtuvo un pH aproximado de 3.5 para la miel y un pH de 2.4 para el limón. Estos resultados se corroboraron con un estudio, en el cual se obtuvo un pH entre 3.5-4.5 para la miel de abeja (Fattori 2004) y un pH promedio de 2.13 para el limón rugoso (Domínguez y Ordoñez 2014). Se pudo observar en los resultados que los tratamientos con limón fueron los que presentaron un pH menor, esto pudo suceder, ya que el pH del limón es ácido por contener ácido cítrico.

Actividad de agua (Aw). El cuadro 3 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo no tuvo efecto en los resultados ($P > 0.05$) y el factor que tuvo mayor influencia fue el acidulante ($P < 0.0001$). Los tratamientos con miel fueron los que presentaron una actividad de agua menor, esto pudo estar relacionado a la cantidad de sólidos solubles que contiene la miel y por lo tanto con capacidad de hacer eliminar agua a

las manzanas. Camargo y Espitia (2015), manifestaron que al introducir un alimento en una solución concentrada, pierde agua por la diferencia de presiones en la solución osmótica y la fracción líquida del alimento.

Cuadro 3. Resultados de análisis químicos: Aw de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	0.97 ± 0.007^C
Gala	Limón	0.99 ± 0.004^A
Smith	Miel	0.97 ± 0.006^C
Smith	Limón	0.99 ± 0.005^A
Smith	0	0.98 ± 0.003^B
Gala	0	0.98 ± 0.003^B
C.V (%)		0.46

^{A-C}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).
C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

A través de un análisis de correlación se demostró que la Aw y los °Brix tienen correlación inversa significativa (0.85) ($P < 0.0001$), por lo que a mayor valor de actividad de agua menores fueron los valores de sólidos solubles.

La miel de abeja presentó una actividad de agua aproximada de 0.6, mientras que la manzana y el limón presentaron una Aw aproximada de 0.98. Estos valores se pueden corroborar con estudios, que indican que la miel de abeja tiene una Aw de 0.7 (Salvador 2006) y las frutas frescas presentan una Aw igual o superior a 0.98 (Ríos *et al.* 2007).

Sólidos solubles (°Brix). El cuadro 4 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo no tuvo efecto significativo ($P > 0.05$) y el factor que más influyó sobre los resultados fue el acidulante ($P < 0.0001$). Los tratamientos con miel son los que presentaron una valoración mayor de °Brix, esto pudo estar relacionado con la cantidad de sólidos solubles que contiene la miel de abeja (79.30), en comparación al limón que presenta una valoración en grados brix de 7.9.

Cuadro 4. Resultados de análisis químico: sólidos solubles de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	°Brix $\pm$ D.E
Gala	Miel	26.40 $\pm$ 1.47 ^A
Gala	Limón	8.92 $\pm$ 0.58 ^D
Smith	Miel	23.27 $\pm$ 1.67 ^B
Smith	Limón	8.77 $\pm$ 0.15 ^D
Smith	0	10.70 $\pm$ 1.30 ^C
Gala	0	8.80 $\pm$ 0.10 ^D
C.V (%)		6.06

^{A-D}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).
C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

La concentración tiene un efecto significativo en la impregnación de solutos (Mújica *et al.* 2003). Por esta razón los tratamientos con miel fueron los que indicaron una cantidad más alta de sólidos solubles que el resto de los tratamientos.

Los resultados de grados brix del acidulante limón y la miel de abeja obtenidos en este estudio, concordaron con Lino (2002), quien indica una valoración de 79.10 para miel y para el limón una valoración de 6 grados brix (Domínguez y Ordoñez 2014). Las manzanas de variedad Gala y Smith obtuvieron aproximadamente 7.1 y 9.9 de grados brix, respectivamente. Estos resultados se corroboraron con estudios, en los cuales obtuvieron 12.7 grados brix para la manzana de variedad Smith (Pacheco 2009) y 9.1 para la variedad Gala (Molina *et al.* 2004).

Firmeza (Newtons). En el cuadro 5 se muestra la diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo no tuvo efecto en los resultados ($P > 0.05$) y ambos factores influyeron en los resultados, siendo la variedad el factor más influyente ($P < 0.0001$). La manzana de variedad Smith mostró una firmeza mayor, esto pudo relacionarse con la porosidad y textura de la manzana. Paredes (2012), en su estudio manifestó que la manzana de variedad Smith, tuvo mayor firmeza que otras variedades estudiadas por la estructura natural de la variedad.

Cuadro 5. Resultados de análisis físico: firmeza (N) de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	0.68 $\pm$ 0.38 ^D
Gala	Limón	1.47 $\pm$ 0.57 ^C
Smith	Miel	2.22 $\pm$ 0.77 ^B
Smith	Limón	3.23 $\pm$ 0.39 ^A
Smith	0	3.36 $\pm$ 0.49 ^A
Gala	0	2.23 $\pm$ 0.56 ^B
C.V (%)		0.46

^{A-D}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).
C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

La pérdida de firmeza se pudo dar por el deterioro del producto al ser cortadas, corroborando este dato con un estudio, que indicó que las células dañadas por el corte liberan enzimas proteolíticas y pectolíticas las cuales afectaron la pared celular y esto ocasiona una pérdida de firmeza (Rojas 2006).

La turgencia de la variedad pudo afectar la firmeza del fruto, por ende, perdida o ganancia de agua. Esto podemos corroborar con un estudio, el cual indica que la firmeza varía dependiendo el estado de maduración y turgencia de la fruta (Molina *et al.* 2004). Hertog *et al.* (2004), en su estudio manifestaron que la turgencia es afectada cuando el agua sale de la célula e invade los espacios intracelulares.

Color.

Escala L*. En el cuadro 6 se muestra la diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$) y el tiempo no fue significativo en los resultados ($P > 0.05$). La variedad y el acidulante tuvieron efecto sobre los resultados, siendo el acidulante el factor más influyente ($P < 0.0001$). Los tratamientos con miel tendieron a perder luminosidad, mientras que los tratamientos con limón se volvieron más claros, en comparación al control.

Cuadro 6. Resultados análisis físico: color para la escala L* de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	54.99 $\pm$ 5.48 ^E
Gala	Limón	75.01 $\pm$ 2.98 ^B
Smith	Miel	67.35 $\pm$ 1.40 ^D
Smith	Limón	77.03 $\pm$ 3.25 ^A
Smith	0	71.72 $\pm$ 5.02 ^C
Gala	0	70.73 $\pm$ 5.27 ^C
C.V (%)		5.61

^{A-E}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

La miel tiene un color oscuro que pudo afectar el resultado (Fattori 2004), mientras que el limón por contener ácido cítrico mantuvo las propiedades del producto. Reyes (2013), manifiesta en su estudio que la adición de un agente ácido reduce la oxidación enzimática y la degradación del color.

Todos los tratamientos obtuvieron valores mayores a 50, por lo que se consideraron claros. Los resultados obtenidos se pueden corroborar con una tesis realizada en Zamorano en 2018, la cual, manifiesta que el tratamiento con 0 horas de exposición con miel tiene mayor luminosidad que el tratamiento que fue expuesto a la miel por 10 horas (Valencia 2018).

Escala a*. El cuadro 7 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el efecto del tiempo fue significativo en los resultados ($P < 0.05$). Ambos factores afectaron

los resultados, sin embargo, la variedad fue el factor más influyente ($P < 0.0001$). El tratamiento Gala-Miel fue el que obtuvo mayor coloración rojiza, esto pudo ser por la cantidad de etileno que esta variedad produce en comparación a la Smith.

Gasull y Becerra (2006), manifiestan que el cambio de color se dio por el pardeamiento de la manzana, lo que pudo oscurecer el producto. Los tratamientos con Smith y acidulantes, fueron los que presentaron una coloración menor, esto pudo suceder por que la producción de etileno de esta variedad es baja en comparación a otras variedades (Soria 1998).

Cuadro 7. Resultados análisis físicos: color para la escala a^* de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	8.14 ± 3.40 ^{A y}	13.69 ± 1.65 ^{A x}
Gala	Limón	2.08 ± 1.78 ^{C x}	3.20 ± 0.76 ^{C x}
Smith	Miel	0.96 ± 0.86 ^{D y}	5.76 ± 0.88 ^{C x}
Smith	Limón	-4.50 ± 0.97 ^{E x}	-3.67 ± 0.42 ^{E x}
Smith	0	2.03 ± 0.25 ^{C x}	1.58 ± 1.68 ^{D x}
Gala	0	6.29 ± 2.07 ^{B x}	7.41 ± 0.71 ^{B x}
C.V (%)		62.24	21.81

^{A-E}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Los tratamientos con miel aumentaron su coloración rojiza a través del tiempo, esto pudo suceder por que la miel no es un buen antipardeante, esto pudo ser por las pequeñas cantidades de ácidos orgánicos que presenta en su composición. Fattori (2004), en su estudio manifestó que la miel está constituida principalmente por carbohidratos y agua y en menores cantidades minerales, materia nitrogenada y ácidos orgánicos. El jugo de limón por el contrario, tiene mayor cantidad de ácido cítrico, alrededor del 5% (Puente 2006), por lo que pudo mantener las propiedades de color por mayor tiempo.

Mediante un análisis de correlación se determinó que la escala de color a^* tuvo correlación significativa con la escala de color b^* (0.77) ($P < 0.0001$). Esta correlación nos indicó que mientras los colores de la escala a^* aumentaron, los colores de la escala b^* aumentaron. Corroborando con un estudio, el cual indicó que al aumentar el color rojo, el color amarillo aumenta (Zaccari *et al.* 2017), esto pudo suceder por el principio tricromático y las ondas de luz necesarias para obtener estos colores en base a la igualación de colores (Chuchuca *et al.* 2012).

Escala b^* . En el cuadro 8 se muestran las diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) y el tiempo tuvo efecto en los tratamientos ($P < 0.05$). Los factores que afectaron los resultados son la variedad y el acidulante, siendo la variedad el factor más influyente ($P < 0.0001$). El tratamiento (Smith-Limón) no tuvo efecto del tiempo, esto pudo ocurrir porque el limón es un buen conservador de color que en conjunto a las características que

presenta la variedad, como es el pH, pudo contribuir a que mantenga sus propiedades a través del tiempo.

Cuadro 8. Resultados análisis físicos: color para la variable b* de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	38.93 $\pm$ 5.99 ^{A y}	45.13 $\pm$ 5.90 ^{A x}
Gala	Limón	34.05 $\pm$ 5.99 ^{B y}	38.19 $\pm$ 2.41 ^{B x}
Smith	Miel	28.08 $\pm$ 3.03 ^{D y}	37.46 $\pm$ 2.40 ^{C x}
Smith	Limón	28.35 $\pm$ 3.12 ^{D x}	27.32 $\pm$ 0.81 ^{E x}
Smith	0	30.97 $\pm$ 4.56 ^{C y}	34.98 $\pm$ 2.32 ^{D x}
Gala	0	34.24 $\pm$ 3.50 ^{B y}	37.24 $\pm$ 4.57 ^{C x}
C.V (%)		13.46	8.36

^{A-E}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Todos los tratamientos estuvieron en los valores de coloración amarilla. Este resultado se puede corroborar con un estudio, el cual indica que las rodajas de manzana envasadas al aire, presentaron un color amarillo que aumentó según el tiempo (Piedra 2017).

Estos resultados pudieron resultar por el color propio de la manzana, pero también pudo afectar el color de la miel; un estudio indica que el color de la miel depende de la especie pecoreadora y el néctar, obteniendo mieles amarillas (Ortiz 2018).

Análisis sensorial afectivo de aceptación.

Color. En el cuadro 9 se muestran diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo no tuvo efecto significativo ($P > 0.05$) y el factor más influyente fué el acidulante ($P < 0.0001$). La miel disminuyó la aceptación del atributo color, mientras que los tratamientos con limón fueron los más aceptados. Los tratamientos con limón fueron los más aceptados por los panelistas, obteniendo una valoración “me gusta moderadamente” y el tratamiento menos aceptado fue (Gala–Miel) obteniendo una valoración “me disgusta un poco”, esto pudo deberse a la capacidad antipardeante que poseen los acidulantes.

Cuadro 9. Resultado análisis sensorial afectivo de aceptación: color de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	4.12 $\pm$ 2.13 ^D
Gala	Limón	7.38 $\pm$ 1.48 ^A
Smith	Miel	5.06 $\pm$ 2.04 ^C
Smith	Limón	6.90 $\pm$ 2.27 ^{BA}
Smith	0	6.44 $\pm$ 1.69 ^B
Gala	0	5.18 $\pm$ 2.02 ^C
C.V (%)		33.15

^{A-D}: Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Los resultados del estudio indicaron que los tratamientos con miel fueron menos aceptados que los tratamientos con limón, esto pudo estar relacionado con la pérdida de luminosidad del producto. Estudios manifiestan que el color es el primer contacto que tiene el consumidor con el producto y esto es muy importante, ya que cuando el producto cambia de color obtiene una respuesta de rechazo por parte del consumidor (Caudillo 2016). Existe menor aceptación al haber una pérdida de color verde debido al proceso de oscurecimiento (Teran y Torrez 2015).

Mediante un análisis de correlación se determinó que la aceptación del atributo color está altamente relacionado con la aceptación del atributo apariencia (0.95) ($P < 0.0001$). Esta correlación nos indicó que mientras mayor fue la aceptación del color mayor fue la aceptación de la apariencia. Un estudio manifestó que el color afecta la apariencia y aceptabilidad del producto (García *et al.* 2011), por lo que si la apariencia del producto es mala, el consumidor tenderá a rechazarlo.

Apariencia. El cuadro 10 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo tuvo efecto significativo sobre los tratamientos ($P < 0.05$). Ambos factores afectaron los resultados, siendo el acidulante el factor más influyente ($P < 0.0001$). El tratamiento (Gala –Miel) fue el menos aceptado tanto en el día uno como en el día siete, obteniendo una valoración para el día 1 “me disgusta un poco” y para el día 7 “me disgusta moderadamente”. Los tratamientos con limón fueron los más aceptados en el día uno y siete, obteniendo una valoración “me gusta moderadamente”. Esto pudo suceder por la capacidad que tiene el limón para conservar el color de los alimentos (Durán y Borja 1993).

Cuadro 10. Resultados análisis sensorial afectivo de aceptación: apariencia de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	4.05 $\pm$ 1.99 ^{D x}	3.72 $\pm$ 2.13 ^{E x}
Gala	Limón	7.38 $\pm$ 1.54 ^{A x}	6.92 $\pm$ 1.44 ^{A x}
Smith	Miel	5.24 $\pm$ 1.91 ^{C x}	4.40 $\pm$ 1.74 ^{D y}
Smith	Limón	6.88 $\pm$ 2.13 ^{BA x}	7.36 $\pm$ 1.45 ^{A x}
Smith	0	6.60 $\pm$ 1.62 ^{B x}	6.24 $\pm$ 1.49 ^{B x}
Gala	0	5.42 $\pm$ 1.96 ^{C x}	5.34 $\pm$ 1.64 ^{C x}
C.V (%)		31.32	29.10

^{A-E}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

El tratamiento (Smith-Miel) tuvo menor aceptación al día siete, esto pudo estar relacionado con el pardeamiento del producto. Esto se puede corroborar con la correlación significativa que hubo entre el atributo color y el atributo apariencia. La menor aceptación de este atributo conforme incrementa el tiempo pudo estar relacionado con el pardeamiento del producto debido al proceso de oxidación. La apariencia, determinada principalmente por el color, es uno de los atributos más utilizados por los consumidores para evaluar la calidad de las frutas (Denoya *et al.* 2012).

La apariencia es un atributo de gran importancia en alimentos frescos y mínimamente procesados, en el cual interviene el color y tamaño, ya que si el producto se oscurece tendrá una mala apariencia (Ruelas *et al.* 2013), la cual, se corroboró en nuestro estudio, donde se observó que los productos con miel son los menos aceptados, esto pudo ser por la oxidación del producto.

Consistencia. El cuadro 11 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), el tiempo tuvo efecto en los resultados ($P < 0.05$) y el factor más influyente fue el acidulante ($P < 0.0001$). Se pudo observar que el tratamiento (Gala-miel) fue el menos aceptado en el día uno, mientras que para el día siete los tratamientos (Gala-Limón, Gala-Miel y Smith-Miel) fueron los menos aceptados, obteniendo una valoración “Me disgusta un poco”. Esto pudo suceder por la pérdida de turgencia del producto y por ende una pérdida de firmeza (Molina *et al.* 2004). La pérdida de firmeza pudo estar relacionada por golpes, maduración u otros componentes de descomposición, lo que pudo disminuir la aceptación por parte del panelista (Mazzocchi 2002).

Cuadro 11. Resultados de análisis sensorial de aceptación: consistencia de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	4.46 $\pm$ 2.15 ^{D x}	4.24 $\pm$ 2.14 ^{C x}
Gala	Limón	6.36 $\pm$ 2.18 ^{B x}	4.38 $\pm$ 2.14 ^{C y}
Smith	Miel	5.34 $\pm$ 2.11 ^{C x}	4.88 $\pm$ 1.90 ^{CB x}
Smith	Limón	6.68 $\pm$ 2.07 ^{B x}	7.06 $\pm$ 1.65 ^{A x}
Smith	0	7.34 $\pm$ 1.42 ^{A x}	7.02 $\pm$ 1.36 ^{A x}
Gala	0	6.44 $\pm$ 1.97 ^{B x}	5.32 $\pm$ 2.04 ^{B y}
C.V (%)		33.48	34.13

^{A-D}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Mediante un análisis de correlación se determinó que la aceptación del atributo consistencia, está altamente relacionado con el atributo aceptación general (0.74) ($P < 0.0001$). Esta correlación nos indicó que mientras mayor fue la aceptación del atributo consistencia, mayor fue la aceptación general. Pereyra (2011), manifestó que la aceptación del producto es afectada al perder propiedades como la firmeza.

Las consistencias de los tratamientos con miel tuvieron baja aceptación por parte de los panelistas, esto pudo relacionarse con la deshidratación del producto. Según un estudio, la disminución de la firmeza pudo suceder por la activación de enzimas de ablandamiento y pérdida de turgencia por la deshidratación generada (Gubeli 2012).

Sabor. El cuadro 12 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), hubo efecto del tiempo sobre los tratamientos ($P < 0.05$) y el factor más influyente fue el acidulante ($P < 0.05$). Los tratamientos con limón fueron los menos aceptados en el día uno, obteniendo una valoración “me disgusta poco”, para el día siete los tratamientos menos aceptados fueron los de variedad Gala, obteniendo una valoración “me disgusta moderadamente”. Esto pudo suceder porque el limón se concentró en la manzana dando un sabor ácido y poco aceptable por los panelistas. Salsamendi *et al.* (2013), en su estudio manifestaron que los tratamientos con miel fueron los más aceptados, esto pudo suceder por que los consumidores tiene un hábito de consumo de sacarosa, por lo que tuvieron mayor aceptación por el dulce que el ácido.

Cuadro 12. Resultados de análisis sensorial de aceptación: sabor de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	5.42 $\pm$ 2.27 ^{B x}	4.88 $\pm$ 2.62 ^{D x}
Gala	Limón	4.52 $\pm$ 2.31 ^{C x}	3.58 $\pm$ 2.10 ^{E y}
Smith	Miel	6.46 $\pm$ 1.96 ^{A x}	6.28 $\pm$ 1.81 ^{BA x}
Smith	Limón	5.06 $\pm$ 2.28 ^{CB x}	5.86 $\pm$ 2.47 ^{BC x}
Smith	0	6.56 $\pm$ 1.70 ^{A x}	7.06 $\pm$ 1.76 ^{A x}
Gala	0	6.46 $\pm$ 2.11 ^{A x}	5.10 $\pm$ 1.99 ^{DC y}
C.V (%)		36.62	38.91

^{A-E}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

Mediante un análisis de correlación se determinó que la aceptación del atributo sabor está altamente correlacionado con la aceptación general (0.84) ($P < 0.0001$). Esta correlación nos indicó que entre mayor fue la aceptación del atributo sabor mayor fue la aceptación general del producto. Esto podemos corroborar con un estudio, realizado en uvas, el cual indicó que la aceptación general tuvo una relación de 0.88 con el atributo sabor (Piva *et al.* 2008). Los productos de sabor dulce poseen características de agrado y aceptación al ser ingeridos (Fuentes *et al.* 2010).

Aceptación General. El cuadro 13 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) y el tiempo tuvo efecto en los tratamientos ($P < 0.05$). Ambos factores influyeron en los resultados, siendo la variedad el factor más influyente ($P < 0.0001$). Los tratamientos (Gala-Miel y Gala-Limón) fueron los menos aceptados para este atributo, esto pudo suceder porque esta variedad es más harinosa, lo que pudo afectar la consistencia y el sabor.

Cuadro 13. Resultados de análisis sensorial afectivo de aceptación: aceptación general de los tratamientos.

Variedad	Acidulante	Día 1	Día 7
		Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Gala	Miel	4.92 $\pm$ 1.99 ^{D x}	4.64 $\pm$ 2.20 ^{C x}
Gala	Limón	5.42 $\pm$ 2.16 ^{DC x}	4.60 $\pm$ 1.76 ^{C y}
Smith	Miel	5.98 $\pm$ 1.80 ^{BC x}	5.48 $\pm$ 1.63 ^{B x}
Smith	Limón	5.76 $\pm$ 2.15 ^{C x}	6.48 $\pm$ 1.73 ^{A x}
Smith	0	6.78 $\pm$ 1.39 ^{A x}	6.78 $\pm$ 1.37 ^{A x}
Gala	0	6.44 $\pm$ 1.85 ^{BA x}	5.36 $\pm$ 1.56 ^{B y}
C.V (%)		32.07	30.80

^{A-D}: Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{x-y}: Letras distintas en cada fila indican diferencia significativa en el tiempo ($P < 0.05$). C.V: Coeficiente de Variación. D.E: Desviación Estándar.

La baja aceptación de los tratamientos (Gala-Limón y Gala-Miel) pudo suceder por los cambios de sabor y consistencia que pudo tener la manzana, esto podemos corroborar con un estudio el cual indica que la aceptación de los parámetros de color, firmeza, sabor y olor disminuyeron, esto se atribuye al deterioro del producto (Pereyra 2011).

Análisis Sensorial Afectivo de Preferencia.

Tomando en cuenta el número de panelistas y tratamientos se obtuvo un valor crítico para el día uno y siete de 53.3. Observando el cuadro 14, se puede verificar que el tratamiento (Smith-0) fue el más preferido, ya que el menor puntaje en la sumatoria corresponde al tratamiento de mayor preferencia. Un estudio manifiesta que la preferencia puede ser afectada por las características demográficas, accesibilidad y frecuencia de consumo (Agudelo *et al.* 2019), esto pudo afectar ya que la costumbre de los latinoamericanos es consumir productos frescos, que no lleven ningún proceso adicional.

Cuadro 14. Resultados de análisis sensorial afectivo de preferencia para el día 1: Basker.

Tratamientos		Gala-Miel	Gala-Limón	Smith-Miel	Smith-Limón	Smith-0	Gala-0
	Suma	226	193	170	177	137	147
Gala-Miel	226	0	33	56	49	89	79
Gala-Limón	193	-33	0	23	16	56	46
Smith-Miel	170	-56	-23	0	-7	33	23
Smith-Limón	177	-49	-16	7	0	40	30
Smith-0	137	-89	-56	-33	-40	0	-10
Gala-0	147	-79	-46	-23	-30	10	0

El tratamiento (Smith-0) fue diferente a los tratamientos (Gala-Miel; Gala Limón), sin embargo, no fue diferente a los tratamientos (Smith-Miel; Smith-Limón; Gala-0). Observando estos resultados se pudo deducir que los tratamientos con manzanas de variedad Smith fueron los más preferidos.

Observando los resultados del cuadro 15, se pudo identificar que al día siete, el tratamiento (Smith-0), fue el preferido, esto se conoce porque es el tratamiento que menor puntaje obtuvo en la sumatoria, lo que quiere decir que tuvo mayor valoración de uno, siendo uno el más preferido.

Cuadro 15. Resultados de análisis sensorial afectivo de preferencia para el día 7: Basker.

Tratamientos		Gala-Miel	Gala-Limón	Smith-Miel	Smith-Limón	Smith-0	Gala-0
	Suma	230	210	163	129	124	194
Gala-Miel	230	0	20	67	101	106	36
Gala-Limón	210	-20	0	47	81	86	16
Smith-Miel	163	-67	-47	0	34	39	-31
Smith-Limón	129	-101	-81	-34	0	5	-65
Smith-0	124	-106	-86	-39	-5	0	-70
Gala-0	194	-36	-16	31	65	70	0

El tratamiento (Smith-0) fue diferente a los tratamientos (Gala limón; Gala miel; Gala-0), sin embargo, no fue diferente a los tratamientos (Smith miel; Smith limón). Estos resultados indican que los tratamientos de variedad Smith fueron los preferidos. Esto pudo suceder por la capacidad que tiene esta variedad en mantener las propiedades a diferencia de la Gala.

4. CONCLUSIONES

- La miel de abeja aumentó los sólidos solubles y la aceptación del sabor, pero disminuyó el pH, la actividad de agua, la luminosidad, la aceptación del color, apariencia, consistencia y sabor.
- El limón aumentó la actividad de agua, la luminosidad, la aceptación del color y apariencia, pero disminuyó el pH, sólidos solubles, la aceptación del sabor y aceptación de consistencia.
- La manzana variedad Gala aumentó la coloración roja y amarilla al estar en conjunto con la miel, pero disminuyó la firmeza, la aceptación general y la coloración roja al estar en contacto con el limón.
- La manzana variedad Smith mantuvo la firmeza, pero disminuyó la coloración roja y amarilla y la aceptación general.
- Los tratamientos con variedad Smith, fueron los preferidos por los panelistas, especialmente el tratamiento sin acidulante.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar una combinación entre la miel de abeja y el limón con el fin de mantener las propiedades fisicoquímicas y aumentar la aceptación sensorial por parte de los panelistas.
- Emplear un tiempo de inmersión de 30 minutos de los cubos de manzana en la miel de abeja.
- Realizar tratamiento térmico usando vapor por 30 segundos, con el fin de inactivar las enzimas que causan el pardeamiento.

6. LITERATURA CITADA

- Aguayo E, Gómez P, Artés F. 2017. Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético. Agrociencia Uruguay. [consultado el 12 de sep. de 2019]. 21(1):7–14. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n1/2301-1548-agro-21-01-00007.pdf>
- Agudelo M, Cesín A, Espinoza A, Ramírez B. 2019. Evaluación y análisis sensorial del Queso Bola de Ocosingo desde la perspectiva del consumidor. Rev. mex. de cienc. pecuarias; [consultado el 8 de sep. de 2019]. 10(1):104–119. doi:10.22319/rmcp.v10i1.4739
- Camargo Adame ML, Espitia Lozano NM. 2015. Efecto de la aplicación del método combinado de osmodeshidratación - deshidratación por microondas sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del mango tomy (*Mangifera indica*) y papaya hawaiana (*Carica papaya*). Bogotá: Fundación Universidad Agraria de Colombia. 218 p; [consultado el 7 de sep. de 2019]. https://issuu.com/maosabo/docs/documento_final_tesis_1__1_
- Caudillo Contreras DI. 2016. Conservación poscosecha de fresa utilizando recubrimientos formulados con quitosano-quínoa. Xalapa: Universidad Veracruzana. 90 p; [consultado el 12 de sep. de 2019]. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/TESIS-DIANA-I.-CAUDILLO-CONTRERAS.pdf>.
- Chuchuca Moran GW, Dick Zambrano AK, Peñafiel Ube JF. 2012. Implementación y validación de una metodología económica para la medición de color aplicada en alimentos. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 138 p; [consultado el 10 de sep. de 2019]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90012/D-79702.pdf>.
- Cortés M, Chiralt A. 2008. Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con vitamina E. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica; [consultado el 23 de sep. de 2019]. 15(1):8–16. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n1/v15n1a02.pdf>.
- Denoya G, Ardanaz M, Sancho A, Benítez C, Gonzáles C, Guidi S. 2012. Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. Revista de Investigaciones Agropecuarias; [consultado el 22 de ago. de 2019]. 38(3):263–267 . <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4168728>.

- Domínguez E, Ordoñez E. 2014. Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina C de zumos cítricos de lima dulce (*citrus limetta*), limón tahiti (*citrus latifolia*), limón rugoso (*citrus jambhiri*) y mandarina cleopatra (*citrus reshni*) almacenados en refrigeración. Investigación y Amazonía; [consultado el 8 de sep. de 2019]. 3(1):30–35.
- Durán R, Borja R. 1993. Actividad antioxidante de esteroides y ácidos orgánicos naturales. Instituto de la Grasa y sus Derivados; [consultado el 22 de ago. de 2019]. 44(3):208–212. doi:10.3989/gya.1993.v44.i3.1096
- Fattori S. 2004. La miel: propiedades, composición y análisis físico-químico. Argentina: Universidad de Buenos Aires. 243 p; [consultado el 2 de sep. de 2019]. https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf.
- Fuentes A, Fresno M, Santander H, Valenzuela S, Gutiérrez M, Miralles R. 2010. Sensorio percepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat.; [consultado el 5 de oct. de 2019]. 4(2):161–168. doi:10.4067/S0718-381X2010000200010
- García Y, García A, Hernández A, Pérez J. 2011. Estudio de la variación del índice de color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias; [consultado el 7 de oct. de 2019]. 20(4):12–16. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000400002.
- Gasull E, Becerra D. 2006. Caracterización de polifenoloxidas extraídas de pera (cv. Packam's Triumph) y Manzana (cv. Red Delicious). Inf. tecnol.; [consultado el 28 de ago. de 2019]. 17(6). doi:10.4067/S0718-07642006000600012.
- González M, Silveira A, Char C, Luchsinger L, Escalona Víctor. 2013. Ensaladas de frutas mínimamente procesadas compuestas por uva, manzana y nectarin almacenadas bajo atmósfera controlada. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha; [consultado el 21 de sep. de 2019]. 14(1):80–84. <http://www.redalyc.org/pdf/813/81327871014.pdf>.
- Gubeli García I. 2012. Efecto del uso de agentes antipardeantes y atmósfera modificada sobre el pardeamiento enzimático en cascotes de manzana "Royal Gala". Chile: Universidad de Chile. 173 p; [consultado el 25 de ago. de 2019]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111111>
- Hertog M, Ben-Arie R, Róth E, Nicolai B. 2004. Humidity and temperature effects on invasive and non-invasive firmness measures. Postharvest Biology and Technology. 33(1):79–91. eng. doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.01.005
- Hidalgo R, Gómez M, Escalera D, Rojas P, Moya V, Delgado P, Mamani C, Hinojosa J. 2016. Beneficios de la manzana (*Malus domestica*) en la salud. Revista de Investigación e Información en Salud. 11(28):58-64. http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-61942016000300009&script=sci_arttext.

- HunterLab. 2008. Hunter L, a, b escalas de color. [consultado el 11 de ago. de 2019]. 8:1–4. <https://www.hunterlab.se/wp-content/uploads/2012/11/Hunter-L-a-b.pdf>.
- Inestroza L, Magalhães K, Gomez H, Cury V, Ribeiro J. 2015. Principales consideraciones en el procesamiento mínimo de tubérculos y raíces para industrias pequeñas y medianas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*; [consultado el 19 de sep. de 2019]. 16(2):158–164. <http://www.redalyc.org/pdf/813/81343176003.pdf>.
- Lino F. 2002. Estudio de la calidad de la miel de abeja *Apis mellifera* L. comercializada en Tegucigalpa, Honduras. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 50 p; [consultado el 7 de ago. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1524/1/AGI-2002-T021.pdf>.
- Mato I. 2004. Estudio de los ácidos orgánicos no aromáticos en la miel. España: Universidad de Santiago de Compostela. 379 p; [consultado el 9 de ago. de 2019]. https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Simal-Lozano/publication/272478281_2004-INES-MATO-NAVEIRA/data/54e4be460cf29865c334f503/2004-INES-MATO-NAVEIRA.pdf.
- Mazzocchi P. 2002. Temas de garantía de la calidad y la seguridad alimenticia [internet]. FA; [consultado el 8 de oct. de 2019]. http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/maryland_manual.pdf.
- Molina D, Alegre S, Casero M, Casals M, Bonany J, Carbo J, Recasens L. 2004. Medición de la calidad de manzana "Royal Gala": comparación entre parámetros acústicos y parámetros tradicionales. En: Recasens D, Casero E, editores. *Innovaciones fisiológicas y tecnológicas de la maduración y post-recolección de frutas y hortalizas*. Lleida (España): CEE Limencop, S.L. p. 173-176.
- Mújica H, Valdez A, López A, Palou E, Welti J. 2003. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *J. Food. Eng.* 57(4):305–314. eng. doi: 10.1016/S0260-8774(02)00344-8
- Ortiz Gizzi CR. 2018. Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial del polen con miel. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 28 p; [consultado el 12 de sep. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6275/1/AGI-2018-T046.pdf>.
- Pacheco L. 2009. Determinacion de nutrientes en manzanas de la variedad Fuji Royal, Granny Smith y Fuji en frutos libres y afectados por Bitter Pit. Chile: Universidad de Chile. 53 p; [consultado el 27 de jul. de 2019]. http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/qf-pacheco_l/pdfAmont/qf-pacheco_l.pdf.
- Pardo A. 2017. Aplicación de recubrimientos comestibles para la conservacion de frutas y efectos de su utilización para preservar la calidad del mango (*Mangifera indica* L.). España: Universidad Miguel Hernández. 61 p; [consultado el 13 de ago. de 2019]. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4227/1/TFM%20Pardo%20Mayorga%2C%20Andr%C3%A9s%20Felipe%20.pdf>.
- Paredes E. 2012. Estudio del proceso de horneado con microondas y su efecto sobre la textura instrumental del fruto de cuatro variedades de manzana. Ecuador: Escuela

- Politécnica Nacional. 281 p; [consultado el 21 de sep. de 2019]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4936/1/CD-4468.pdf>.
- Parzanese M. 2009. Vegetales mínimamente procesados [internet]. Argentina: Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. [consultado el 13 de ago. de 2019]. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=495>
- Pereyra M. 2011. Desarrollo de manzana trozada mínimamente procesada y determinación de vida útil. Chile: Universidad de Chile. 54 p; [consultado el 14 de ago. de 2019]. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132036/Desarrollo-de-manzana-trozada-minimamente-procesada-y-determinacion-de-vida-util%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Piedra F. 2017. Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo. Enfoque UTE; [consultado el 12 de sep. de 2019]. 8(2):66-67. doi:10.29019/enfoqueute.v8n2.158
- Piva C, Lopez J, Morgan W. 2008. Evaluación del nivel de aceptabilidad para las variedades Italia, Napoleón y Redglobe en el mercado español. Revista Brasileira de Fruticultura; [consultado el 29 de ago. de 2019]. 30(2):361–364. doi: 10.1590/S0100-29452008000200016
- Puente C. 2006. Determinación de las características físicas y químicas del limón sutil. Ecuador: Universidad Técnica del Norte. 8 p; [consultado el 14 oct. de 2019]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/352/2/03%20AGI%20206%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>.
- Reyes L. 2013. Uso de ácido cítrico en la elaboración de guacamole y su incidencia en el tiempo de vida útil. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. 142 p; [consultado el 9 de sep. de 2019]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/6502/1/AL%20519.pdf>.
- Ríos E, Giraldo G, Duque A. 2007. Predicción de la actividad de agua en frutas tropicales. Revista de Investigaciones - Universidad del Quindío; [consultado el 2 de sep. de 2019]. 17(1):27-32. http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/86a4_N1703.pdf.
- Rojas M. 2006. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación. España: Universidad de Lleida. 76 p; [consultado el 12 de sep. de 2019]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf?sequence=1>.
- Ruelas X, Reyes M, Valdivia B, Contreras J, Montañez J, Aguilera A, Peralta R. 2013. Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila; [consultado el 24 de ago. de 2019]. 5(9):31–37. <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%209/6.-%20hortalizas.pdf>.
- Salsamendi M, Portela G, Ponzio N. 2013. Efecto de distintas concentraciones de sacarosa, miel y ácido ascórbico en la calidad sensorial y microbiológica de una mezcla de

- frutas cortadas. Rev. Cienc. Tecnol; [consultado el 28 de ago. de 2019]. 1(19):35–44. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872013000100006
- Salvador B. 2006. Química de los alimentos. 4th ed. Atlacomulco: [Addison Wesley]. 738 p. ISBN: 970-26-0670-5. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf.
- Sellés S. 2007. Pardeamiento enzimático del fruto de níspero (*Eriobotrya japonica* cv. Algerie): enzimología y fisiología de las polifenol oxidasas. España: Universidad de Alicante. 223 p; [consultado el 9 de ago. de 2019]. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/4085/1/tesis_doctoral_susana_selles.pdf.
- Soria Y. 1998. El escaldado superficial en manzana Granny Smith. Fisiología de la alteración y estudio de métodos de control alternativos a la difenilamina . España: Universidad de Lleida. 114 p; [consultado el 27 de ago. de 2019]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=77747>.
- Teran A, Torrez E. 2015. Efecto del uso de la miel y tipo de empaque en las características fisicoquímicas y sensoriales del guacamole. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 37 p; [consultado el 27 de jul. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4657/1/AGI-2015-038.pdf>.
- Valencia M. 2018. Efecto de la miel en la deshidratación de mango (*Mangifera indica*) variedad Tommy Atkins. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 27 p; [consultado el 8 de sep. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6296/1/AGI-2018-T058.pdf>.
- Wiley RC. 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. 1era ed. Zaragoza (España): Acribia, Editorial, S.A. Acribia. 362 p. ISBN: 9788420008318.
- Zaccari F, Del Puerto M, Vignale B, Pritsch C. 2017. Parámetros colorímetros y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo [*Acca sellowiana* (Berg) Burret]. Agrociencia Uruguay; [consultado el 4 de sep. de 2019]. 21(2):23-30. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n2/2301-1548-agro-21-02-00023.pdf>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Escala hedónica empleada para evaluación sensorial de aceptación

1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta extremadamente	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	ni me disgusta/ni me gusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta extremadamente

Anexo 2. Hoja empleada para evaluación sensorial de las muestras.

Cubos de manzana

Edad: _____

Nacionalidad: _____

Indicaciones: A continuación se le presentarán seis muestras. Por favor evalúe las muestras de izquierda a derecha. Indique cuánto le gustan o le disgustan los siguientes atributos colocando una "X" en los cuadros. En la parte final ordene las muestras de mayor a menor, según su preferencia.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta extremadamente	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	ni me disgusta/ni me gusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta extremadamente

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Continuación Anexo 2.

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Código de la muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Apariencia									
Consistencia									
Sabor									
Aceptación general									

Ordene las muestras de mayor a menor según su preferencia final.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Anexo 3. Probabilidades de las factoriales según el análisis.

Análisis	Acidulante	Variedad	P
pH	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Aw	<0.0001	0.35	<0.0001
°Brix	<0.0001	0.14	<0.0001
L	0.0002	0.1685	0.0002
a*	<0.0001	<0.0001	<0.0001
b*	0.0046	<0.0001	<0.0001
Firmeza	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Aceptación color	0.0003	0.93	0.0003
Aceptación sabor	0.0026	0.09	0.0026
Aceptación consistencia	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Aceptación apariencia	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Aceptación general	0.0003	<0.0001	<0.0001

Anexo 4. Cuadro de correlación análisis fisicoquímicos.

	pH	Aw	Brix	Firmeza
pH	1.00	-0.39 0.02	0.39 0.02	-0.19 0.27
Aw	-0.39 0.02	1.00	-0.85 <.0001	0.37 0.02
Brix	0.39 0.02	-0.85 <.0001	1.00	-0.44 0.01
Firmeza	-0.19 0.27	0.37 0.02	-0.44 0.01	1.00

Anexo 5. Cuadro de correlación análisis sensorial.

	Color	Apariencia	Consistencia	Sabor	Aceptación General
Color	1.00	0.94 <.0001	0.62 <.0001	0.24 <.0001	0.51 <.0001
Apariencia	0.94 <.0001	1.00	0.63 <.0001	0.26 <.0001	0.53 <.0001
Consistencia	0.62 <.0001	0.63 <.0001	1.00	0.58 <.0001	0.74 <.0001
Sabor	0.24 <.0001	0.26 <.0001	0.58 <.0001	1.00	0.84 <.0001
Aceptación General	0.51 <.0001	0.53 <.0001	0.74 <.0001	0.84 <.0001	1.00

Anexo 6. Cuadro de correlación análisis físico: Color.

	L	a*	b*
L	1.00	-0.69 <.0001	-0.41 <.0001
a*	-0.69 <.0001	1.00	0.77 <.0001
b*	-0.41 <.0001	0.77 <.0001	1.00