

Desarrollo de un conservante natural para salsas y verduras frescas

Natural preservative for sauces
and fresh vegetables

Autor Principal

Daniel Bedoya Gutiérrez

Ingeniero de procesos, Universidad EAFIT

bedoyagd@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-7876-9982

Coautor Corresponsal

Jaime Andrés Gutiérrez Monsalve, Msc., PhD(e)

Docente e Investigador, Universidad Católica de Oriente

Grupo de Investigación en Ingeniería Multidisciplinar (UCO)

Grupo de Investigación en Educación Superior (CES)

jgutierrez@uco.edu.co

ORCID: 0000-0003-3118-6824

Resumen

La Patatería es un restaurante ubicado en Manizales-Colombia, dedicado a la fabricación y venta de platos con papas como acompañante. En vista del deterioro acelerado en sus salsas y ensaladas, se hizo necesario desarrollar un conservante natural que permitiera mantener la apariencia y el sabor por tiempos más prolongados. Se usaba ácido ascórbico como conservante principal, el cual afectaba el sabor de las salsas, además de causar hipersensibilidad cutánea, respiratoria o gástrica en personas alérgicas. El conservante fue desarrollado a partir de perejil y aceite esencial de orégano, donde se optimizó su composición a partir de un diseño de mezclas; después, se expusieron los productos a degradación, y se logró verificar que la formulación desarrollada no presentaba diferencias estadísticas con el ácido ascórbico. A partir de un diseño completamente aleatorio (DCA), y utilizando un panel experto y uno no experto, se encontró diferencias no significativas entre el sabor y la apariencia de los alimentos, respecto al ácido ascórbico. Finalmente, se hizo un análisis económico en el cual se determinó la viabilidad económica del cambio del ácido ascórbico al conservante natural en los productos del restaurante, por medio de indicadores como VPN (\$ 157.392.286), TIR (4,50 % mensual), BAUE (\$ 6.957.029), y relación costo-beneficio (25,32 %); el proyecto se estipuló a un horizonte de cinco años. Estos resultados permitieron mejorar los procesos de conservación a partir de ingredientes naturales.

Palabras clave

Conservante natural, desarrollo, diseño de mezclas, diseño completamente aleatorio, viabilidad económica.

Abstract

La Patatería is a restaurant located in Manizales and it's dedicated to make and sale dishes with potato as main ingredient. In view of the accelerated deterioration in its sauces and salads, its necessary to develop a natural preservative that would allow the appearance and flavor for longer periods of time. In this restaurant, ascorbic acid was used as the main preservative, which affected the taste of sauces and it can cause skin, respiratory or gastric hypersensitivity in allergic people. The preservative was developed from parsley and oregano essential oil which was optimized from a mixed design. To evaluate the efficacy sauces and vegetables were exposed to degradation and they achieved to verify that the preservative developed had not have statistically significant differences with the ascorbic acid. According to a completely randomized design (CRD) and using expert and non-expert panel we found that the preservative developed doesn't have statistically significant differences with the ascorbic acid. Finally, an economic analysis was made which economic viability of the change from ascorbic acid to the natural preservative in the restaurant's products was determined through indicators such as net present value (NPV) (\$ 157.392.286), internal return rate (IRR) (4,50% per month), EAA (\$6.957.029) and cost-benefit analysis (25,32%). The project was stipulated for a horizon of 5 years. These results were allowed to improve the preservation process with natural ingredients.

Key words

Natural preservative, develop, mixed design, completely randomized design, economic viability.

Introducción

Para los establecimientos de comercio dedicados a la transformación y venta de alimentos, la conservación de la apariencia y el sabor de los productos es un punto crítico, sobre todo cuando éstos se almacenan para ser usados en un prolongado periodo de tiempo. Para alargar su vida útil se usan diferentes métodos, tales como refrigeración, uso de empaques estériles y adición de conservantes. Esta última técnica es muy eficaz y fácil de implementar; sin embargo, no ha estado exenta de problemas asociados con niveles de toxicidad y cambios en la palatabilidad natural de los alimentos cuando los conservantes son de síntesis química (Barros, 2009).

Para el caso del restaurante “La Patatería”, el uso de conservantes es una necesidad, éste es un restaurante colombiano que produce y vende productos basados en papas fritas y cocinadas; dichos productos vienen acompañados con salsas, tales como pico de gallo, guacamole, frijol refrito y chimichurri, las cuales se preparan *in situ*. Estas salsas se conservan adicionando 0,1 % en peso de ácido ascórbico, como conservante, y sometiéndolas a un proceso de conservación a 4 °C, para cuatro días, y a -18 °C, para tres meses.

Los métodos de conservación natural han existido desde la antigüedad y fueron desarrollados utilizando metodologías empíri-

cas. Muchos de ellos consistían en agregar sal, vinagre y especias en abundancia; sin embargo, éstos métodos afectaban la apariencia, no garantizaban tiempos elevados de almacenamiento, ni transporte seguro, ni conservación del color (Rodríguez, 2008). En la actualidad, con los descubrimientos biológicos de finales del siglo XIX y el avance de la tecnología, se han desarrollado elementos de síntesis química o biológica para la conservación eficaz y económica de los alimentos (Larousse, 2014).

Dentro de los conservantes de síntesis más utilizados, el ácido sórbico, el ácido benzoico, el ácido ascórbico, el anhídrido sulfuroso y la natamicina, así como sus mezclas, han mostrado ser eficaces protegiendo los alimentos contra la oxidación, el efecto de la luz, la temperatura y el ataque de microorganismos (Larousse, 2014); sin embargo, no son pocos los estudios que han demostrado los problemas de su uso en el consumidor final, específicamente el del ácido ascórbico, el cual puede generar enfermedades cutáneas, gástricas, pérdidas fecales, cálculos renales, anemia hemolítica, artritis gotosa y daño oxidativo. De acuerdo con McMurray Colin (1982) y Stein et al. (1976), dosis excesivas de ácido ascórbico generan cambio en el sabor de los alimentos, exceso de acidificación urinaria, disminución en síntesis de cobalamina, dismi-

nución de la excreción renal de los salicilatos, posibilidad de incrementar la absorción de hierro, interferencias con los métodos de laboratorio y diarrea.

Asimismo, las tendencias mundiales sobre el consumo de alimentos saludables han provocado la apetencia por alimentos libres de conservantes químicos (Carocho et al., 2015). Dichas tendencias se han extendido al uso de conservantes naturales, donde las marcas y los consumidores pagan más por productos libres de estos aditivos o con etiquetas de “conservantes naturales” (Devcich et al., 2007). Esto ha llevado a los formuladores a investigar y desarrollar conservantes naturales, derivados de fuentes animales, vegetales y microbianas (Jie et al., 2012). También, se debe tener en cuenta que, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), tres millones de personas mueren cada año en el mundo por falta de inocuidad en los alimentos o por contaminantes químicos que se acumulan en el organismo humano (Torres Gómez y Vacca, 2019).

La conservación natural de los alimentos no es una ciencia nueva, ya que en el mercado es posible encontrar las materias primas utilizadas para el desarrollo de un conservante; el desafío consiste en desarrollar la combinación correcta de ingredientes que generen una conservación igual y superior a los químicos, sin afectar las propiedades organolépticas. En la Tabla 1 se muestran algunas de las materias primas más utilizadas para la formulación de conservantes naturales, y que han sido aprobados por la Administración Federal de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos de Norte América (FDA) como seguros para la salud (Lluga Guananga, 2017) la aplicación de los mismo tienen una amplia gama dentro de la medicina, cosmética y como aditivos alimenticios, ya sean estos como saborizantes, colorantes, antioxidantes y últimamente como conservante alimenticio en productos cárnicos. Además con esta investigación se pretende aprovechar el uso de los aditivos naturales, con dos tipos de aceites esenciales (romero y limón. Adicional a esto, según L. Hernández (2003), los alimentos listados a continuación son considerados como seguros (GRAS).

Tabla 1
Espicias y saborizantes con actividad antimicrobiana

Anís	Cardamomo	Clavos	Glicirrizia	Mejorana	Perejil	Romero
Apio	Cebolla	Comino	Hinojo	Menta	Pimentón	Salvia
Azafrán	Cebollines	Cúrcuma	Jengibre	Mostaza	Pimienta de Cayena	Té limón
Caléndula	Cilantro	Eneldo	Laurel	Nuez moscada	Pimienta de Jamaica	Tomillo
Canela	Clavo	Estragón	Manzanilla	Orégano	Pimienta	Vainilla

Nota. Fuente: (Rodríguez Saucedo, 2011)

Por todo lo expuesto con anterioridad, este artículo pretende desarrollar y evaluar el desempeño de un conservante natural para salsas y verduras, producidas y ofrecidas en el menú del restaurante La Patatería, a partir de una metodología de diseño de mezclas y un estudio de percepción con paneles expertos y no expertos.

Métodos

Para el desarrollo y evaluación de un conservante natural para salsas y ensaladas, en La Patatería, se hizo uso de un diseño experimental. En primer lugar, se seleccionaron de la literatura las materias primas que, por su costo, disponibilidad e inocuidad, pueden ser utilizadas en la mezcla conservante (Tabla 1). Luego, a partir de un diseño de mezclas se optimizaron las composiciones de los ingredientes. Las composiciones seleccionadas fueron probadas en las salsas y ensaladas, evaluando el tiempo de conservación, la apariencia, el sabor y las dosis de suministro. Por último, a partir de un panel experto y no experto, se determinó si la formulación desarrollada fue tan eficaz como el ácido ascórbico. A continuación, se muestran los detalles de la metodología.

Preparaciones para la conservación

El pico de gallo usado para la conservación natural fue producido en el restaurante La Patatería. Este es preparado a partir de tomate, mezcla de cebollas, vinagre, zumo de limón, sal y pimienta. Debe conservarse debidamente durante periodos de tres días a una temperatura entre 0 °C a 4 °C, y con adición de ácido ascórbico (0,1 % p/p). Se estima que el desperdicio de pico de gallo en el restaurante es de 369 kilos por año. La receta estándar se encuentra en el Anexo 4.

El guacamole, por su lado, es una salsa con base en aguacate, producida por el restaurante La Patatería para sus clientes. Esta salsa tiene como ingredientes: aguacate, cebolla blanca, cebolla roja, sal, zumo de limón y pimienta. Los requerimientos de conservación de esta salsa consisten en adicionar ácido ascórbico (0,1 % p/p) y refrigerar de 0 °C a 4 °C por un periodo máximo de tres días. Este es el producto del restaurante con más desperdicio, con cerca de 470 kilos por año. La receta estándar se encuentra en el Anexo 4.

Finalmente, la ensalada de la casa está compuesta por: lechuga crespa, maíz, champiñones, salsa *ranch*, pico de gallo y queso parmesano. Esta salsa se ofrece como acompañante de platos o adición, y tiene un desperdicio al año de 436 kilos. Su conservación se basa en refrigeración por máximo dos días, en un rango de temperatura de 0 °C a 4 °C. Hasta la elaboración de este proyecto, el restaurante no utilizaba un conservante en dicha ensalada. La receta se encuentra en el Anexo 4.

Equipos para pesaje

Para pesar los materiales utilizados en este proyecto se utilizó una balanza Bernalo, modelo CSS JCS-A, con una capacidad de 30 kilos y con una división de +/- 1 gramo, de propiedad del restaurante La Patatería.

Para la preparación de las mezclas conservantes se utilizó una balanza de grado analítico, marca Mettler Toledo modelo PB3002, con una capacidad de 3100 gramos y un error de 0,1 gramos, la cual fue adquirida por el restaurante como inversión para el proyecto y su centro de procesos.

Materiales de empaque para las pruebas

Para empaquetar las mezclas conservantes se utilizó un frasco de vidrio con tapa metálica, esterilizados y con una capacidad de 350 mililitros. Para las pruebas de degradación se utilizaron recipientes de icopor, de la referencia C1, cortados a la mitad para tener dos recipientes de cada unidad de empaque, y contenedores de 8 onzas. Para la degustación en panel de expertos y no expertos se utilizaron contenedores soufflé de 2 onzas. Todos estos materiales de empaque y muestreo fueron suministrados por el restaurante.

Materias primas naturales con acción conservante seleccionadas para la formulación del conservante

El perejil, la cúrcuma y el aceite de orégano utilizados para la formulación de los conservantes naturales fueron suministrados por el restaurante la Patatería y se adquirieron de la siguiente manera: cúrcuma y perejil en Tecnas (fichas técnicas en anexos 5 y 6); el aceite esencial de orégano adquirido en la empresa En Harina (ficha técnica en anexos 7); y el ácido ascórbico fue comprado a la empresa de suministros Tecnas, cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo 8.

Composición de la formulación conservante natural

Para desarrollar la composición conservante con ingredientes naturales, primero, se seleccionaron los componentes naturales propuestos en la Tabla 1: aceite esencial de orégano, cúrcuma y perejil. Estos fueron seleccionados debido a que, en la referenciación bibliográfica, se evidenció su uso como agentes conservantes, además de que ya se usan en el restaurante como ingredientes de algunas recetas. Para determinar la composición de ingredientes que garantizaría la mejor conservación se propuso un diseño de mezclas simplex con centroide (Tabla 2). Para este diseño de mezclas se tuvo el ácido ascórbico (T9) como control positivo, y agua (T8) como control negativo.

Una vez preparadas las mezclas conservantes, se procedió a evaluar su eficacia en el pico de gallo, el guacamole y la ensalada, de acuerdo con un diseño completamente aleatorio (DCA). Para la primera evaluación de las recetas conservantes, éstas se dosificaron al 0,1 % en peso.

Tabla 2
Preparaciones del diseño de mezclas simplex con centroide

rat.	Aceite de orégano (%)	Aceite de orégano (g)	Cúrcuma (%)	Cúrcuma (g)	Perejil (%)	Perejil (g)	Ácido ascórbico (%)	Ácido ascórbico (g)	Agua (g)
T1	100 %	30	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0
T2	0 %	0	100 %	30	0 %	0	0 %	0	0

rat.	Aceite de orégano (%)	Aceite de orégano (g)	Cúrcuma (%)	Cúrcuma (g)	Perejil (%)	Perejil (g)	Ácido ascórbico (%)	Ácido ascórbico (g)	Agua (g)
T3	0 %	0	0 %	0	100 %	30	0 %	0	0
T4	50 %	15	50 %	15	0 %	0	0 %	0	0
T5	50 %	15	0 %	0	50 %	15	0 %	0	0
T6	0 %	0	50 %	15	50 %	15	0 %	0	0
T7	16,67 %	10	16,67 %	10	16,67 %	10	0 %	0	0
T8	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	30
T9	0 %	0	0 %	0	0 %	0	100 %	30	0

Nota. Elaboración propia.

Para la determinación de la mejor concentración del conservante formulado, la composición que presentó mejor desempeño fue utilizada para establecer la dosis de suministro. Para ello, se realizó un diseño completamente aleatorio (DCA) con cinco tratamientos: 0 % de conservante, 0,5 % conservante desarrollado, 0,1 % conservante desarrollado, 0,15 % conservante desarrollado y 0,1 % de ácido ascórbico; además, se midió la apariencia, el sabor y la palatabilidad en panel experto y no experto. En la Tabla 3 se presenta el diseño experimental utilizado.

Tabla 3
Diseño experimental objetivo 2

Trat.	Conservante en el alimento (%p/p)
1	0
2	0,05
3	0,1
4	0,15
C (+)	(Ácido Ascórbico) 0,1

Nota. Elaboración propia.

El panel no experto estuvo conformado por 30 personas, entre ellas meseros, auxiliares de cocina y clientes frecuentes del restaurante. Tras la firma del consentimiento informado (Anexo 9), estas personas calificaron las preparaciones, en una escala de 0 a 5, específicamente el sabor y la apariencia de las muestras suministradas, por medio de la aplicación de un formulario (Anexo 10). Las pruebas de gustosidad fueron elaboradas con base en la tesis de E. Hernández (2005). En este sentido, Carpenter et al. (2002) y Sancho et al. (1999) muestran casos exitosos en el análisis sensorial, con pruebas de gustosidad similares.

Es necesario aclarar que las muestras fueron suministradas en contenedores soufflé de 2 onzas, con una cuchara de degustación desechable entre muestra y muestra.

Por su parte, para el panel de expertos se utilizaron los mismos instrumentos adaptados; este panel estuvo compuesto por tres expertos: un profesional en gastronomía y gerente general del restaurante La Patatería, el chef y jefe de cocina de La Patatería —Manizales—, y un profesional en gastronomía y jefe de cocina de La Patatería —Pereira—. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado (Anexo 9) y completaron la prueba de gustosidad (Anexo 10).

Para el análisis estadístico de los datos se plantearon pruebas de hipótesis y se utilizaron análisis estadísticos con un 95 % de confianza. Los datos no paramétricos fueron evaluados a partir de estadísticos de Kruskal-Wallis con un 95 % de confianza. Se utilizaron descrip-

tivos básicos como media, mediana, y rango para describir el comportamiento de las recetas. Igualmente, se hizo uso de un análisis de componentes principales para determinar las valoraciones conjuntas de todas las variables en función de las categorías evaluadas. Todos los análisis se hicieron con un 95 % de confianza, el uso de software *R* y el paquete *StatR*.

Evaluación financiera y económica de la implementación del conservante natural

Para cumplir con este objetivo se realizó un Diagrama de Flujo de Proceso en Bloques (BFD); después de esto, y con ayuda del software POS del restaurante (Pirpos) (Manjarres Avila, 2016), se construyó un historial de ventas desde febrero del 2018, con todos los platos que contenían como ingrediente pico de gallo, guacamole y ensalada de la casa. Este histórico de ventas fue la base de construcción del modelo para el análisis de la viabilidad económica del conservante natural. Después de esto, se planteó un horizonte de cinco años para la evaluación del proyecto, ya que se estima que, para el fin de ese periodo, el restaurante ha tenido que invertir en otras tecnologías (en su centro de procesos), que permitan un mejor control y conservación de las materias primas. Para el análisis económico se utilizó una tasa de oportunidad del 10,5 % efectivo anual (E.A.), la cual corresponde al triple de las ofrecidas por un banco reconocido de la región para sus CDT's.

El flujo de caja se construyó a partir de las ventas del restaurante (solo los platos susceptibles de introducir el conservante), entre febrero

de 2018 y agosto del 2019. Se estimó el crecimiento en ventas con la implementación y difusión del uso del conservante natural en las recetas anteriormente descritas. Se estimaron los costos variables de la mercancía vendida sin el uso de conservante natural y con la implementación de este. El flujo de caja final se elaboró teniendo como referencia los valores de ventas mensuales y se estimaron los ingresos operacionales del uso del conservante entre 2020 y 2024.

Los indicadores económicos se calcularon de acuerdo a lo reportado por Blank y colaboradores en 2018, estos fueron: la tasa interna de oportunidad (TIO), calculada tomando la tasa de los fondos de inversión CDT's., de un prestigioso banco colombiano y multiplicada por 3; el valor presente neto (VPN), el cual se calculó a partir de flujo de caja; la tasa interna de retorno (TIR), calculada a partir de igualar el valor presente neto a cero; el beneficio anual equivalente (BAUE), calculado a partir de anualizar el VPN en el tiempo del proyecto con la tasa interna de retorno (TIR); y la relación Costo/Beneficio, calculada de la división del VPN de las ventas y el VPN de la inversión (Blank y Tarquin, 2008).

Resultados y discusión

Mezcla conservante

Para el diseño de mezclas con centroide se seleccionaron tres componentes: cúrcuma, perejil y aceite de orégano. Como control positivo se tuvo el ácido ascórbico, y como control negativo el agua; los tratamientos que se analizaron en las pruebas de degradación se

encuentran en la Tabla 2. El experimento se replicó tres veces. En dichas pruebas el tiempo de degradación se midió en horas, y las preparaciones fueron: Gt (guacamole), PIC (pico de gallo) y ENS (ensalada de la casa).

Cada una de las mezclas conservantes fue montada en el restaurante La Patatería, a temperatura ambiente y en las condiciones de inocuidad con las que se trabajan normalmente los productos.

De acuerdo con la tabla ANOVA (Tabla 4), el factor tipo de tratamiento (el cual hace referencia a la mezcla conservante) fue el único que presentó efectos significativos sobre el tiempo de degradación (Valor F = 4.4045, Valor-P = 0.00038); es decir, por lo menos una mezcla conservante presentó diferencias significativas respecto a los otros. En este análisis el supuesto de normalidad se verificó por el estadístico de Shapiro-Wilks ($W=0.9735$, Valor-P = 0.09124) y el de homocedasticidad o igualdad de varianzas por el test de Levene (Estadístico de prueba = 0.6912, Valor-P=0.6979).

En la Figura 1 se pueden observar los gráficos del análisis de varianzas. En el diagrama de cajas y bigotes (Figura 1A), el T5 (mezcla conservante de aceite de orégano y perejil) tiene una tendencia a presentar una mediana del tiempo de degradación superior a los demás tratamientos, esto sin tener en cuenta el tipo de preparación. En cuanto al tipo de preparación (Figura 1B), el tiempo de degradación de la ensalada mostró ser menos disperso que el observado en el guacamole y el pico de gallo; sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre la conservación de los

preparados. En relación con la interacción entre la mezcla conservante y el tipo de preparado, la mezcla conservante 5 (mezcla de aceite de orégano y perejil) fue la que mostró diferencias notables; este tratamiento conservó de mejor manera el pico de gallo, seguido del guacamole y, por último, la ensalada; dicho resultado se comprueba por medio de la Figura 1C.

Tabla 4

Análisis de varianza para los factores tipo de tratamiento y preparado

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Valor-F	Valor-P
Mezcla conservante	107,66	8	4,4045	0,0003808
Preparado	10,16	2	1,6624	0,1992347
Tratamiento-preparado	16,75	16	0,3426	0,9893859
Residuales	164,99	54		

Nota. Elaboración propia

Para determinar el mejor tratamiento se realizó una prueba post-hoc de Tukey con un 95 % de confianza. En esta prueba, la mezcla conservante 5 (Figura 1, letra c) mostró el mejor comportamiento, al no presentar diferencias significativas con el control positivo (T9 Ácido ascórbico, letras bc), y siendo estadísticamente diferente al control negativo (T8 agua, letras ab); igualmente, fue el único tratamiento que presentó letra c. Con estos resultados, la composición del conservante que optimiza el tiempo de degradación para los tres preparados es de aceite de orégano y perejil (T5).

Partiendo de la necesidad de conservar los alimentos de manera natural, se planteó una mezcla conservante con tres componentes:

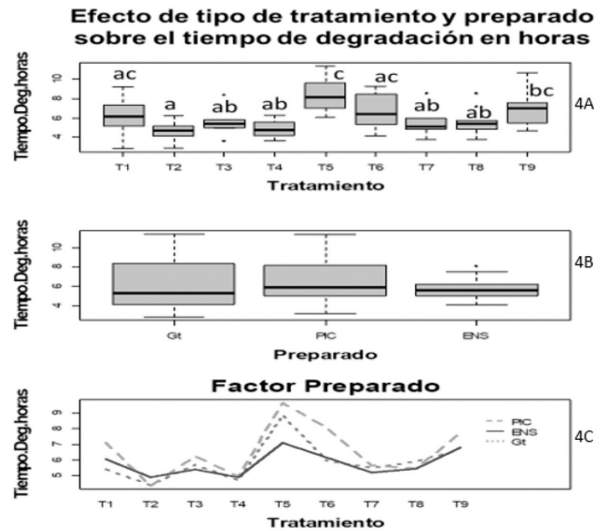
cúrcuma, perejil y aceite de orégano. La mezcla conservante con mejor desempeño en las pruebas de degradación y sabor se compone de perejil y aceite de orégano. En cuanto al perejil, Cătunescu et al. (2019) trabajaron con varios tipos de presentaciones de una variedad de este, en el cual se analizó el efecto de la radiación sobre la acción antibacteriana, demostrando el efecto superior del perejil seco y fresco sobre el perejil irradiado. Igualmente, el estudio se concluyó sobre la efectividad del perejil sobre la conservación y la acción antibacteriana en alimentos.

Por otro lado, Wong y Kitts (2006) realizaron estudios sobre la adición de perejil y cilantro como agentes conservantes demostrando su

acción antimicrobiana en alimentos. También, Semeniuc et al. (2017) publicaron estudios en donde se comprobaba la acción antibacteriana del perejil solo y en interacción con otras especies y aceites esenciales; en el estudio no se determinó cual interacción o cual especia tenía mejor acción antibacteriana, pero se verificó la acción del perejil como agente conservante.

En cuanto al aceite de orégano, Viana Dutra et al. (2019) realizaron estudios de la acción antimicrobiana del aceite esencial de orégano en cepas aisladas de bacterias reconocidas de algunas bebidas cítricas; en el estudio se comprobó la efectividad del aceite esencial de orégano como agente antimicrobiano.

Figura 1
Gráfica del análisis de varianza (ANOVA) para los factores tratamiento, preparado y la interacción tratamiento vs preparado



Nota. Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias estadísticas significativas entre cada uno de los tratamientos analizados.

Otro estudio que muestra la efectividad de este aceite en la conservación de alimentos es el de Asensio et al. (2012); en él se analizaron diferentes variedades de orégano en cuanto a la conservación y el efecto en el sabor del aceite de oliva, con lo cual se confirmó que la presencia de aceite esencial de orégano preserva las propiedades sensoriales y alarga el tiempo de vida útil del aceite de oliva. Asimismo,

Palomino Romero (2011) analizó la interacción de aceite de orégano y aceite de perejil en la conservación de carne de cuy; en este estudio se verificó la acción conservante de estos ingredientes. Sin embargo, no se encontraron estudios que relacionaran la interacción de aceite de orégano con hierbas de perejil como mezcla conservante para alimentos.

En cuanto a la cúrcuma se encontraron estudios que demuestran su acción antibacteriana en alimentos. Por ejemplo, Karimi et al. (2019) demostraron sus propiedades antibacterianas y antioxidantes, y cómo esos componentes interrumpen la proliferación de microorganismos en alimentos. Otro estudio de Karimi et al. (2018) determinó la efectividad del extracto de cúrcuma como inhibidor de bacterias y bactericida contra algunos microorganismos que fueron objeto de estudio aplicados a bebidas funcionales. Aunque en la literatura no se encontraron estudios que demostraran que la cúrcuma no fuese útil como conservante natural para alimentos, este estudio demostró la efectividad de la interacción de la cúrcuma como ingrediente de la mezcla conservante.

Determinación de la dosis del conservante natural desarrollado

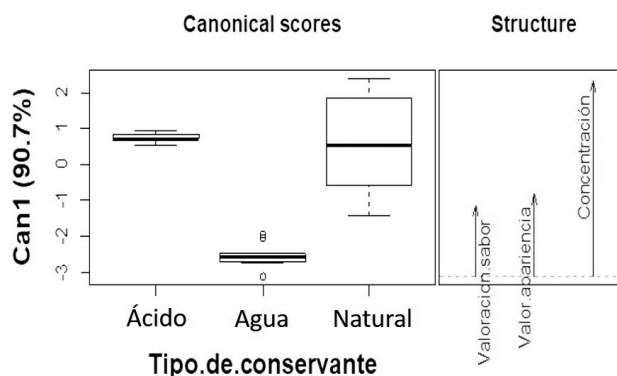
Análisis panel de expertos

Para determinar la valoración de la apariencia, el sabor y la concentración del conservante en el ácido ascórbico (control positivo), agua

(control negativo) y conservante natural desarrollado, se realizó un análisis discriminante canónico. Este es un análisis multivariado y exploratorio de los datos, el cual permitió observar el comportamiento de los conservantes en función de las tres variables de respuesta analizadas. Este modelo no requiere la validación de los supuestos y logró explicar el 90.7 % de la varianza con una validación cruzada o sensibilidad del 67 %.

En las cajas de la Figura 2, a partir de las puntuaciones canónicas, se observa la diferencia entre la caja del control negativo (agua) con el conservante natural, y el control positivo (ácido ascórbico). Aunque el conservante natural no presenta diferencias con el ácido ascórbico en la concentración, apariencia y sabor, para el panel de expertos el comportamiento del conservante natural sí presentó mucha variabilidad (por el tamaño de la caja en la puntuación canónica del conservante natural). Esto sugiere que todavía es posible mejorar el conservante para lograr un comportamiento similar al ácido ascórbico.

Figura 2
Diagrama de cajas de las puntuaciones canónicas para el panel de expertos

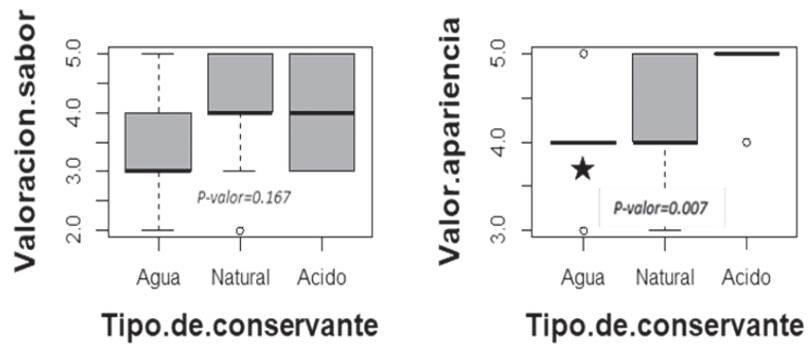


Nota. Elaboración propia

Por otro lado, la Figura 3 muestra la valoración del sabor y la apariencia por el panel de expertos. En este análisis de contraste con K-muestras independientes se presentó diferencias estadísticas significativas en la valoración de la apariencia, en favor del ácido y el conservante natural Kruskal-Wallis $p > 0,01$ para la apariencia; sin embargo, en el sabor no se presentó diferencias estadísticas significativas entre las tres preparaciones con un $p = 0,17$ de Kruskal-Wallis.

Estos resultados sugieren que el conservante natural mejora el sabor, aclarando que, aunque no son estadísticamente diferentes, los datos del conservante natural están todos por encima de la mediana en la prueba de expertos, y en la apariencia son estadísticamente diferentes al control negativo-agua.

Figura 3
Análisis bivariado para el panel de expertos



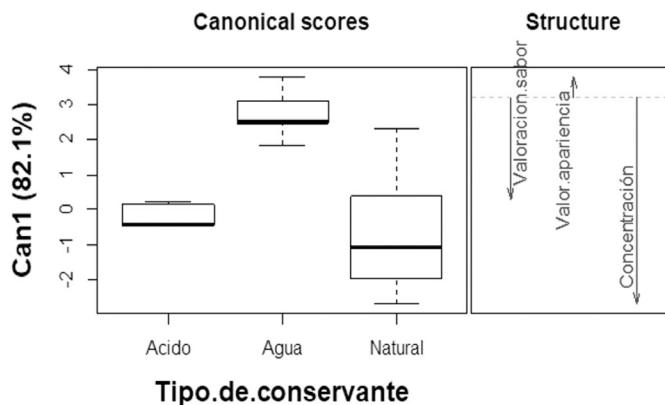
Nota. Elaboración propia

Panel de no expertos

Para el panel de no expertos se procedió de la misma manera; primero, se hizo un análisis exploratorio para las variables de interés (sabor, apariencia y concentración). En la Figura 4 se puede observar el diagrama de cajas de las puntuaciones canónicas. Este análisis explica el 82,1 % de la varianza, y las cajas muestran diferencias notables entre el agua, el conservante natural y el ácido ascórbico para las tres variables evaluadas. La apariencia evaluada en los tres conservantes, para el panel de no expertos, puede considerarse igual.

Figura 4

Diagrama de cajas para puntuaciones canónicas en panel de no expertos



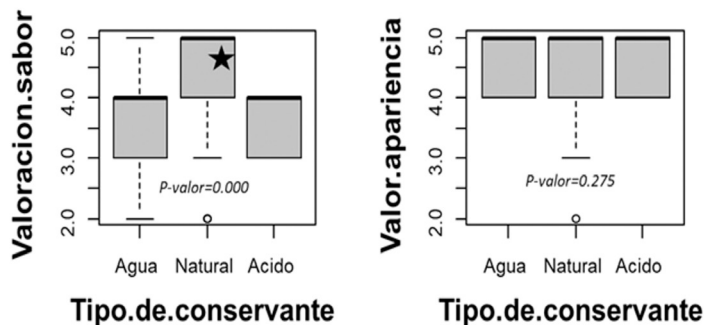
Nota. Elaboración propia

Asimismo, para el panel de no expertos el sabor de los alimentos adicionados con el conservante natural presentó una calificación estadísticamente superior a los demás conservantes (Kruskall-Wallis, P-valor= 0.0, Figura 5). En cuanto a la apariencia, no se observó diferen-

cias estadísticas significativas entre los tres conservantes (Kruskall-Wallis, P-valor=0,2753, Figura 5). Estos resultados sugieren que el conservante natural incrementa la percepción de sabor de los alimentos y, por tanto, es un elemento positivo para considerar y valorar.

Figura 5

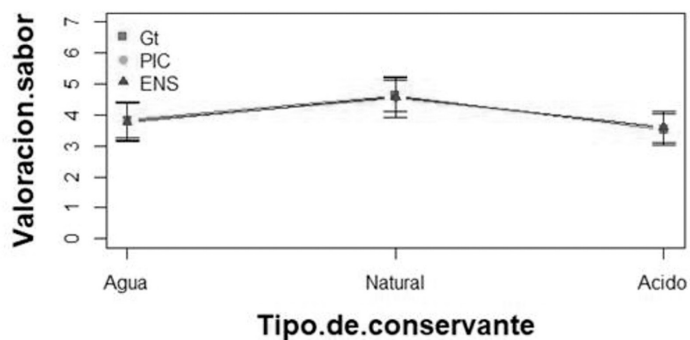
Análisis bivariado para el panel de no expertos



Nota. Elaboración propia

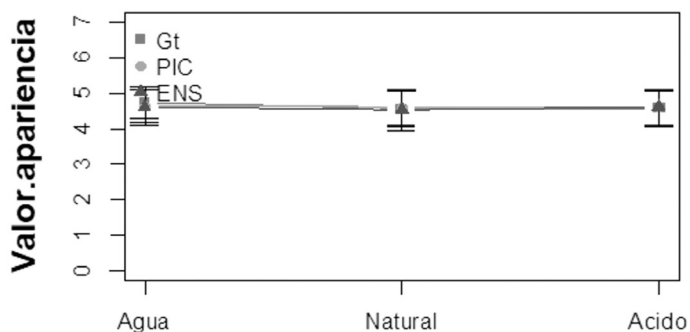
De otro lado, para determinar si el conservante desarrollado presentaba efectos diferenciadores cuando era usado en guacamole (Gt), pico de gallo (PIC) y ensalada (ENS), se procedió a construir una gráfica de interacción. Como se aprecia en las Figuras 6 y 7, ningún conservante favoreció significativamente el sabor ni la apariencia de ninguna de las preparaciones, por lo que el conservante natural puede ser utilizado en las preparaciones evaluadas.

Figura 6
Interacción para el sabor



Nota. Elaboración propia

Figura 7
Interacción para la apariencia



Nota. Elaboración propia

Prueba de degradación final

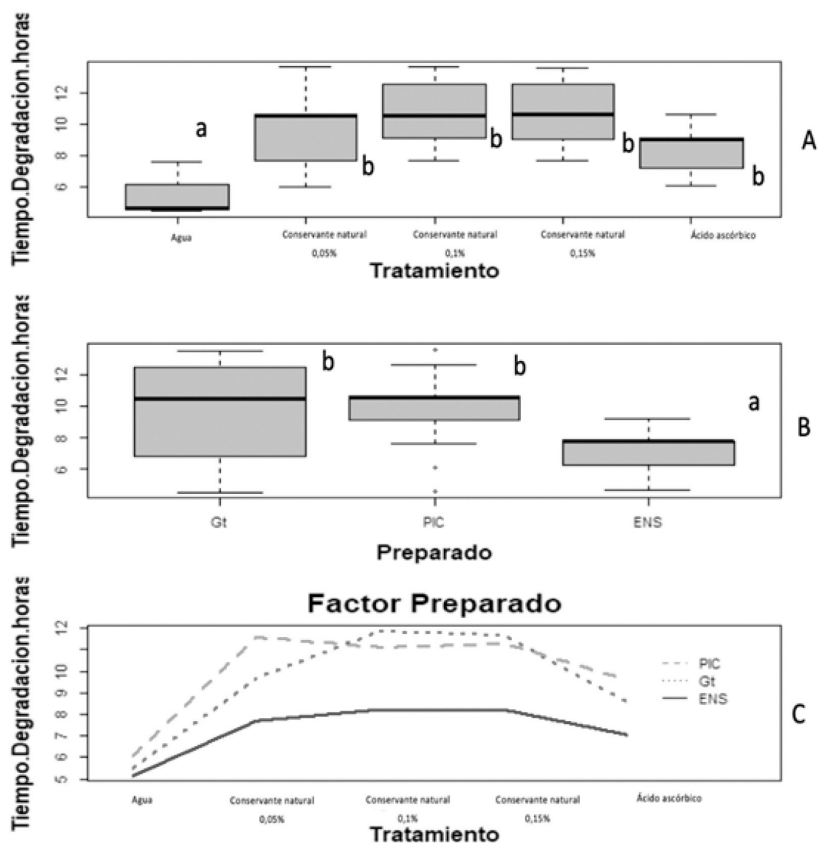
Para la validación final del conservante desarrollado se hizo una prueba de degradación en el tiempo con los preparados seleccionados. En el Anexo 12 se presenta la tabla con los datos obtenidos en la prueba de degradación. Con estos datos se hizo un análisis ANOVA, por medio del cual se validaron los datos obtenidos en la ANOVA de la formulación del conservante. Como se muestra en la Figura 8 (análisis de varianza) la mezcla conservante desarrollada al 0,05 %, 0,1 %, 0,15 % y el ácido ascórbico mostraron diferencias significativas con el control negativo (agua). Estos resultados son consistentes con los presentados en la Figura 1, con lo cual se verificó la funcionalidad del conservante natural en los alimentos seleccionados del restaurante. La mejor concentración observada fue de 0.1 % a 0.15 %, sin diferencias estadísticas entre ellas.

En cuanto al tipo de preparación (Figura 8B) se puede observar que el pico de gallo y la ensalada presentaron un tiempo de degradación menos variable que el guacamole; pero que la conservación del guacamole y el pico de gallo tienen una mediana superior a la ensalada. En

cuanto a la interacción entre la mezcla conservante y el tipo de preparado, se puede observar en la Figura 8C que el conservante natural y el ácido ascórbico conservan mejor las propiedades de la ensalada, el pico de gallo y el guacamole en el tiempo, respecto al tratamiento agua. Por último, es posible establecer que la ensalada es el producto con menor tiempo de conservación, pero aun así se ve mejoría con el uso de los conservantes en comparación con el agua (Figura 8C).

Como se expuso anteriormente, los ingredientes de la mezcla conservante (perejil y aceite de orégano) fueron ampliamente estudiados y verificados como conservantes naturales para alimentos, aunque en la revisión bibliográfica no se encontraron estudios que mostraran la efectividad de la interacción de aceite de orégano con perejil. Se encontró un estudio que muestra la efectividad de algunos tratamientos con aceite de perejil y aceite de orégano, a diferentes concentraciones como conservante de carne de cuy; en este estudio se analizaron color, olor, textura y apariencia con una mezcla que se preparó a partir de 0,10 % aceite de orégano y 0,20 % aceite de perejil (%p/p) (Palomino Romero, 2011).

Figura 8
Resultados gráficos del análisis estadístico



Nota. Elaboración propia

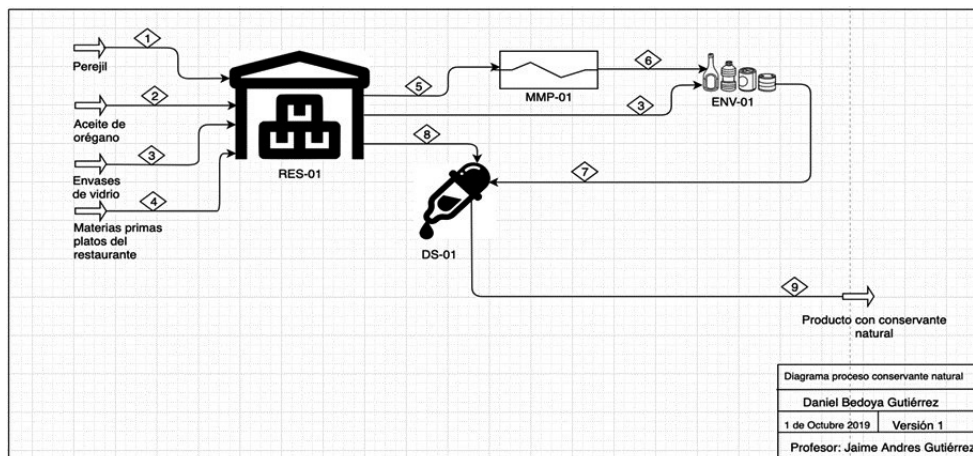
Viabilidad económica del proyecto

En la Figura 9 se observa el diagrama de flujo del proceso de producción de la mezcla conservante natural, con base de perejil y aceite de orégano; y en la Tabla 5, se encuentran las diferentes corrientes y etapas del proceso.

Para la viabilidad económica del proyecto se estimó un horizonte de cinco años, tiempo para el cual se proyecta que el restaurante tenga su propio centro de procesos, con una mejora notable en el manejo de las materias primas y la conservación de los alimentos. La inversión inicial del proyecto fue de \$ 8.000.000; los rubros se pueden observar en la Tabla 6.

Figura 9

BFD proceso conservante natural



Nota. Elaboración propia

Tabla 5

Liñado de corrientes y equipos del BFD

Corriente	Material	Equipo	Descripción
1	Perejil comprado en Tecnas	RES-01	Restaurante La Patatería
2	Aceite de orégano comprado a En Harina	MMP-01	Mezcal de materias primas conservante natural
3	Envases de vidrio	ENV-01	Envasado de conservante en recipientes de vidrio
4	Materias primas para platos del restaurante	DS-01	Dosificación en las salsas y verduras del restaurante
5	Perejil y aceite de orégano para conservante natural		
6	Conservante natural mezclado		
7	Conservante natural envasado		
8	Salsas y verduras del restaurante a conservar		
9	Salsas y verduras del restaurante con dosificación de conservante natural		

Nota. Elaboración propia

Tabla 6*Rubros de inversión inicial del proyecto*

ITEM	VALOR
Pruebas piloto	\$ 600.000
Sueldo estudiante y pago a asesor	\$ 2.000.000
Gasolina y peajes	\$ 500.000
Materias primas	\$ 200.000
Pruebas piloto	\$ 500.000
Panel de expertos	\$ 2.000.000
Panel no experto	\$ 1.000.000
Comida que se gastó para hacer pruebas	\$ 1.200.000
Inversión total	\$ 8.000.000

Nota. Elaboración propia

Por su parte, para generar el flujo de caja del proyecto se procedió con el análisis de las ventas de los productos que contienen guacamole, pico de gallo y ensalada en el restaurante, de febrero de 2018 a agosto de 2019. Con los datos de estos meses se calculó el porcentaje de crecimiento promedio de las ventas de estos productos, el cual fue del 3,84 %, con el fin de estimar las ventas de septiembre de 2019 hasta agosto de 2024. Se espera que, con la implementación del conservante, se aumente en promedio el 2 % respecto al uso del conservante artificial. Dentro de los costos fijos es posible

establecer que cerca de un 48 % de las ventas corresponde a las materias primas y 40 % a los costos fijos asociados al establecimiento de comercio. La utilidad corresponde a la diferencia entre las ventas y el total de los costos; el flujo de caja se presenta en la Tabla 7.

Para la evaluación económica se utilizó una tasa interna de oportunidad (TIO) del 10,03 % nominal anual, equivalente para el análisis mensual de este proyecto a 0,84 % nominal mensual. Con esta TIO se calculó el valor presente neto que fue de \$ 90.171.926; este valor

dio positivo, lo que indica que la ejecución del proyecto entregará ese valor, por encima de lo que otorgaría la misma inversión a la tasa interna de oportunidad. La tasa interna de retorno fue de 2 % mensual, lo que indica que, al ser mayor que la TIO (0,84%), el proyecto entrega mayor rentabilidad que invertir ese capital en los fondos de inversión.

Además, la relación costo-beneficio del proyecto fue del 18.8588, lo que indica que el proyecto tiene 18.8588 veces más ingresos que costos, por lo cual se considera que el proyecto es rentable y el beneficio anual equivalente fue de \$ 3.985.766, lo cual quiere decir que a la TIR (2 %) el proyecto entrega anualmente al inversionista \$ 3.985.766.

Se tomó una tasa de oportunidad de 10,03 % E.A (0,84 % nominal mensual), lo cual corresponde al triple de la rentabilidad ofrecida por el CDT (3,5 % E.A, en 2018). El VPN calculado fue de \$ 90.171.926, lo que indica que el proyecto entrega \$ 90.171.926, por encima de lo que se obtendría a la tasa del fondo de inversión.

Finalmente, el inversionista proporcionó los datos de los costos de la materia prima (48 % del valor de venta) y de los costos fijos (40 % del valor de venta), lo cual indica un 12 % de utilidad. Igualmente, proporcionó un histórico de ventas que permitió calcular un crecimiento mensual promedio de 3,84 %, además de construir un histórico de ventas para la proyección a 5 años (flujo de caja). Lo anterior, con el fin de verificar los indicadores que muestran la viabilidad del proyecto de implementación del conservante natural para salsas y ensaladas.

Conclusiones

Con base en el diseño de mezclas con centroide, se pudo obtener una formulación conservante con productos de origen natural, compuesta de aceite de orégano y perejil. El conservante desarrollado presenta un buen comportamiento en las tres preparaciones en que se probó, pero se observó que en la ensalada tiene un comportamiento poco variable, en comparación con el guacamole y el pico de gallo, aclarando que su comportamiento conservante fue mejor que el resto de los tratamientos.

A partir del desarrollo del conservante se propuso un diseño completamente aleatorio (DCA), con el fin de analizar el comportamiento del conservante natural en diferentes concentraciones de los productos del restaurante, en cuanto a sabor y apariencia. Primero, se realizaron pruebas de panel de expertos y no expertos. Para el panel de expertos no hubo diferencia en el sabor; los resultados obtenidos sugieren que el conservante natural mejora el sabor, y en la apariencia no se tuvieron diferencias significativas, lo cual indica que el conservante natural no afecta negativamente la apariencia de los productos del restaurante. Estos datos se pudieron verificar en el panel de no expertos, ya que en los resultados de esta prueba tampoco se evidencian diferencias significativas en cuanto a la apariencia; no obstante, una vez más, la prueba de sabor sugiere que el conservante natural mejora el sabor de las preparaciones.

En las pruebas de degradación, los tratamientos con conservante natural mostraron un

efecto significativamente diferente al tratamiento con agua, y sin diferencias significativas con el conservante convencional (ácido ascórbico). Esto permite concluir que el conservante natural es tan bueno para conservar los alimentos como el uso del ácido ascórbico sin los efectos adversos de este último (0,05 % a 0,15 % p/p).

Finalmente, se planteó un horizonte de 5 años con una tasa interna de oportunidad (TIO) del 10,03 %; con esto, se calcularon indicadores económicos para validar la viabilidad del proyecto. El valor presente neto (VPN) fue de \$ 90.171.926, lo que indica que el proyecto entrega esa suma de dinero superior. La tasa interna de retorno fue del 2 % mensual, lo cual es superior a la tasa de oportunidad mensual de 0,84 %. El beneficio anual equivalente fue de \$ 3.985.766, lo que quiere decir que el proyecto le entrega al inversionista esa suma de dinero anualmente como utilidad.

Referencias bibliográficas

- Barros, C. (2009). *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso, 2a Edición*. Visión Libros.
- Blank, L. T., & Tarquin, A. J. (2008). *Basics of engineering economy/Leland Blank, Anthony Tarquin*. Boston: McGraw-Hill Higher-Education,.
- Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Natural food additives: Quo vadis? *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 284–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007>
- Devcich, D. A., Pedersen, I. K., & Petrie, K. J. (2007). You eat what you are: Modern health worries and the acceptance of natural and synthetic additives in functional foods. *Appetite*, 48(3), 333–337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.09.014>
- Gómez, G. A. T., & Vacca, J. C. (2019). INOCUIDAD COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD DE PEQUEÑOS PRODUCTORES LÁCTEOS EN CAJICÁ, ZIPAQUIRÁ, SOPÓ Y UBATÉ. *Alimentos Hoy*, 27(47), 3–17.
- Guisande C., Heine J., G.-D. J. & G.-R. E. (2014). *RWizard software*.
-

- Jie, W., Bei, S., & Fei, Z. (2012). *Advances in Control and Communication* (D. Zeng (ed.); pp. 407–412). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-26007-0_51
- Larousse, E. (2014). *El PEQUEÑO LAROUSSE GASTRONOMIQUE EN ESPAÑOL* (Agosto 201). Larousse.
- Lluga Guananga, A. G. (2017). *Aditivos naturales para la Industria cárnica*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Carrera de Ingeniería Agroindustrial.
- Manjarres, L. F. A. (2016). *Software Pos Pirpos* (Versión 2.65).
- Palomino Romero, R. (2011). *Evaluación del efecto preservante de los aceites esenciales de orégano (*origanum vulgare*) y perejil (*petroselinum sativum*) en la conservación de carne de cuy (*cavia porcellus*) empacado al vacío*.
- Rodríguez, A. R. (2008). *Tríadas. Nuevas Lecturas en Ciencia y Tecnología a*. Netbiblo.
- Sauceda, E. N. R. (2011). USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. *ISSN: 1665-0441*, 158.
-