



FACULTAD DE POSGRADOS

EFFECTO DE HIDROCOLOIDES EN PRODUCTO ANÁLOGO DE CARNE
ELABORADO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CHAMPIÑÓN
PORTOBELLO (*Agaricus brunnescens*) Y QUINUA (*Chenopidium quinoa*)

Autora

Katya Elizabeth Yépez Cevallos

Año

2019



FACULTAD DE POSGRADOS

EFFECTO DE HIDROCOLOIDES EN PRODUCTO ANÁLOGO DE CARNE
ELABORADO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CHAMPIÑÓN
PORTOBELLO (*Agaricus brunnescens*) Y QUINUA (*Chenopidium quinoa*)

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Magíster en Agroindustria
mención en Calidad y Seguridad Alimentaria

Profesora Guía

Mgt. Emilia Vintimilla Palacios

Autora

Katya Elizabeth Yépez Cevallos

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, **Efecto de hidrocoloides en producto análogo de carne elaborado con diferentes concentraciones de champiñón Portobello (*Agaricus brunnescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**, a través de reuniones periódicas con la estudiante **Katya Elizabeth Yépez Cevallos**, en el semestre 201900, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Emilia Vintimilla Palacios

Magister en Desarrollo e Innovación de Alimentos

CC: 1717313496

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, **Efecto de hidrocoloides en producto análogo de carne elaborado con diferentes concentraciones de champiñón Portobello (*Agaricus brunnescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**, de la estudiante **Katya Elizabeth Yépez Cevallos**, en el semestre 201900, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Valeria Clara Almeida Streiweiser
Master en Tecnología y Biotecnología de Alimentos
CC: 1709603078

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Katya Elizabeth Yépez Cevallos

CC: 1710236272

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía, quien me ha permitido cumplir con éxito este nuevo reto.

A Emilia por brindarme toda su buena energía, amistad y compartir su conocimiento durante la ejecución de este proyecto.

A los profesores por su amistad y colaborar en mi crecimiento profesional.

DEDICATORIA

A mi familia Gustavo, Josefina, Verónica y Darwin, por ser los pilares de mi vida, que me brindan su soporte y amor incondicional.

En especial a mi madre, por siempre apoyarme para hacer realidad todos mis sueños.

RESUMEN

Los hidrocoloides juegan un papel importante en el desarrollo de nuevos productos, ya que aportan características estabilizantes y espesantes brindando beneficios tecnológicos y sensoriales para una amplia gama de productos, que actualmente buscan simular características de los productos tradicionales.

En esta investigación se analiza la textura de un producto análogo de carne, elaborado con la misma concentración de goma xantana y CMC junto con tres diferentes concentraciones de mezclas de quinua y champiñón Portobello. Este análisis se realizó mediante un análisis ANOVA, usando la prueba LSD de Fisher con un nivel de significancia de 0,05; se determinaron los mejores tratamientos, los cuales fueron considerados por su mayor contenido de proteína, y mejor textura en el producto, a partir de estos, se obtuvo el mejor tratamiento (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC) en el cual se realizó el perfil sensorial.

Los resultados estadísticos mostraron que, no existe diferencia significativa entre los contenidos de proteína; no obstante, a través de este estudio se identificó el tratamiento con mayor aporte de proteína promedio de 4,0% (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana) y mejor textura promedio de 0.10 kg dado por el tratamiento (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC). En cuanto al perfil sensorial, se identificó que el producto se caracteriza por el sabor y olor dado por el champiñón y los condimentos, sin embargo, para ciertos panelistas el producto si contiene notas de olor y sabor de carne molida. El producto recibió buenos comentarios sobre sus características sensoriales y se recomienda que se impulse como un emprendimiento, para satisfacer los paladares de consumidores que buscan reemplazar a los alimentos provenientes de proteína animal.

ABSTRACT

Hydrocolloids play an important role in the new products development, as they provide stabilizing and thickener characteristics that offer technological and sensory benefits for a wide range of products that currently seek to simulate characteristics of the traditional products.

In this research, is analyzed the texture of an analogous meat product, made with the same concentration of xanthan gum and CMC, with three different concentrations of Portobello mushroom and quinoa mixtures. This analysis was performed by ANOVA analysis, using Fisher's LSD test with a significance level of 0.05; the best treatments were determined, which were considered for their higher protein content, and better texture in the product, from these, the best treatment was obtained (33% mushroom + 50% quinoa + 0.7% CMC) in which was made the sensory profile.

No significant difference between the protein contents, were shown, through statistical results. However, this study identified the treatment with the highest average protein intake of 4.0% (33% mushroom + 50% quinoa + 0.7% xanthan gum) and better average texture of 0.10 kg given by the treatment (33% mushroom + 50% quinoa + 0.7% CMC). As for the sensory profile, it was identified that the product is characterized by the taste and odor given by the mushroom and the seasonings used, nevertheless, for certain panelists the product does contain notes ground beef flavor. The product received good comments about its sensory characteristics and to be promoted as an entrepreneurship is recommended, to satisfy the palates of consumers seeking to replace animal protein foods.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Justificación.....	3
2. Objetivos	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. Hipótesis.....	4
4. Marco Teórico	4
4.1. Productos análogos de carne	4
4.2. Proteína.....	6
4.2.1. Metodología para la determinación de proteína.....	6
4.3. Hidrocoloide.....	7
4.3.1. Propiedades funcionales de los hidrocoloides	8
4.3.2. Goma xantana	9
4.3.3. Carboximetilcelulosa sódica.....	10
4.3.4. Determinación de textura en producto análogo de carne	11
4.3.5. Aspecto regulatorio de los hidrocoloides en Ecuador	11
4.4. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	12
4.4.1. Cultivo	12
4.4.2. Cultivo en Ecuador.....	12
4.4.3. Valor nutricional	13
4.5. Champiñón (<i>Agaricus bisporus</i>)	14
4.5.1. Cultivo	15
4.5.2. Valor nutricional	15

4.6. Evaluación sensorial.....	18
4.6.1. Método afectivo, prueba de comparación pareada	18
4.6.2. Análisis descriptivo cuantitativo	18
5. Materiales y métodos.....	19
5.1. Metodología.....	19
5.1.1. Descripción del lugar de estudio	19
5.1.2. Diseño Experimental y Análisis Funcional	19
5.1.3. Diseño estadístico.....	21
5.1.4. Manejo del experimento.....	22
5.1.4.1. Preparación de prototipos	22
5.1.4.2. Metodología para la medición de variables de respuesta.....	23
5.1.4.3 Metodología para determinación de proteína Kjeldahl	24
5.1.4.4. Metodología para la determinación de textura	25
5.1.4.5. Estudio sensorial	26
6. Resultados y discusión	29
6.1. Análisis proteína	29
6.2. Análisis textura	33
6.3. Análisis sensorial.....	36
6.3.1. Prueba de comparación pareada.....	36
6.3.2. Prueba de perfil de sabor	37
7. Conclusiones y recomendaciones	41
7.1. Conclusiones	41
7.2. Recomendaciones	42
REFERENCIAS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información sobre hidrocoloides más usados en alimentos	8
Tabla 2 Composición de aminoácidos en la quinua cocinada	14
Tabla 3 Composición de nutrientes por porción recomendada	16
Tabla 4 Composición de aminoácidos en champiñón Portobello a la parrilla.....	17
Tabla 5 Factores de estudio para la elaboración de producto análogo de carne	20
Tabla 6 Tratamientos empleados para la elaboración de producto análogo	20
Tabla 7 Esquema de análisis de varianza del diseño experimental	21
Tabla 8 Variables empleadas en el trabajo	21
Tabla 9 Variables de respuesta.....	23
Tabla 10 Tratamientos empleados en el análisis sensorial de comparación pareada.....	26
Tabla 11 Soluciones empleadas para la intensidad de sabor	27
Tabla 12 Valores designados para la muestra patrón hamburguesa de carne molida.....	28
Tabla 13 Resultado de contenido de proteína para los tratamientos realizados	29
Tabla 14 Contenido de proteína para materia prima empleada	30
Tabla 15 ANOVA para el parámetro proteína.....	31
Tabla 16 Resultado ANOVA para el contenido de proteína entre factores A y B	32
Tabla 17 Resultados textura tratamientos del producto análogo y repeticiones.....	33
Tabla 18 ANOVA para el parámetro textura.....	34
Tabla 19 Resultado ANOVA para el contenido de textura entre factores A y B	34
Tabla 20 Textura de la hamburguesa de carne de res.....	36
Tabla 21 Resultado del estudio de preferencia	36
Tabla 22 Desempeño del panel semi entrenado en la sesión de perfil de sabor	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción/Área cosechada de quinua en el Ecuador.....	13
Figura 2. Diagrama de flujo de producción de producto análogo de carne	22
Figura 3. Valores promedio, máximos y mínimos de los atributos evaluados. .	38
Figura 4. Perfil radial del producto análogo de carne.	39
Figura 5. Calificación a los atributos evaluados.	40

1. Introducción

Los hidrocoloides, también conocidos como gomas solubles, son aditivos alimentarios, que según Rodríguez Sandoval, Sandoval Aldana y Ayala Aponte (2003), su uso se remonta a “los años 800 al 600 A.C.”; principalmente empleándolos en la elaboración de un sin número de alimentos y bebidas, tales como yogur, mermelada, bebida de soya, postres y salsas; debido a su capacidad de modificar la reología del sistema alimentario (Saha y Bhattacharya, 2010).

Las gomas se caracterizan por cumplir la función de “*estabilizantes, espesantes y/o gelificantes*” (Pasquel, 2003); estas particularidades, junto con su capacidad de solubilizarse o no en agua, les permite actuar sobre un pH específico o tener un comportamiento determinado frente a diferentes temperaturas, características que han servido para identificar su uso correcto en las diferentes aplicaciones que se les puede dar en el sector alimenticio.

Rodríguez Sandoval et al. (2003) determinan que los hidrocoloides son “*polímeros de cadena larga y alto peso molecular*”, cuyas funciones principales tienen que ver con el comportamiento del flujo (viscosidad) y la propiedad mecánica sólida (textura), generando así, mayor aceptabilidad del producto por parte del consumidor e incremento en el tiempo de vida útil del producto.

En el desarrollo de un producto, es importante identificar el hidrocoloide a utilizar, cantidades permitidas y tipo de alimento al que se va aplicar. Para esto es imprescindible tener en cuenta las normativas locales, en las cuales se encuentran los límites máximos seguros de consumo, sin embargo, estos límites no son siempre la dosis adecuada para el producto a desarrollar.

Para satisfacer las nuevas tendencias de consumo de alimentos, se promueve el desarrollo de nuevos productos con fuentes alternas de proteínas, tales como, los productos análogos de carnes (KIND Healthy Snacks, 2019). Por esta razón, se identificó a la quinua y al champiñón

Portobello como ingredientes principales en la elaboración de un producto análogo de carne por su importante valor nutricional.

Por su parte, la quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudo-cereal, cuya composición de acuerdo a lo establecido por Ruales Nájera (2018, pp. 91-100), en 100 gramos de grano seco aporta con 12,5-16,7% proteínas, 5,5-8,5% grasa, 60,0-74,7% carbohidratos y 7,0-9,7% fibra dietética. Composición que también se resalta en un estudio publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Biodiversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA, 2013), al considerarlo como “*alimento funcional*”, destacando también los ocho aminoácidos esenciales como la “*lisina, leucina, isoleucina, valina, metionina, fenilalanina, treonina y triptófano*”.

La quinua se ha considerado como un ingrediente muy valorado para el desarrollo de nuevos productos debido a su alto valor nutricional y beneficios en la salud. Contiene fitoesteroles y péptidos bioactivos, los mismos que proveen efectos positivos en el metabolismo, salud del corazón y salud gastrointestinal (Vilcacundo y Hernández-Ledezma, 2017).

Bajo el mismo enfoque, se encuentra el champiñón del género *Agaricus*, que posee propiedades farmacológicas asociadas a su potencial antioxidante debido a su alta concentración de tocoferoles, que junto con su composición nutricional permiten caracterizarlo como alimento funcional, sin embargo, este debe ser consumido en una dieta normal y habitual para ser considerado como tal (Vinhai Costa Orsine, Vindhail Da Costa y Carvalho Garbi Novaes, 2012).

La información nutricional por 100 gramos, referencia a un contenido de 1,74% de proteína, 0,00% de grasa, 2,61% de carbohidratos y 0,9% de fibra (United States Department of Agriculture, (USDA), 2019). Es una buena fuente de vitaminas y minerales, comparable con la mayoría de las verduras (Winterboer, Eicker y Wehmeyer, 1983); contenido nutricional que es muy valorado, especialmente, por su contenido proteico, que en el estudio de Al-Enazi, El-Bahrawy y El-Khateeb (2012) identifica que el “*contenido en aminoácidos*

esenciales es comparable con la proteína del huevo". Por esta razón es una buena opción para el desarrollo de productos en la industria de alimentos que buscan reemplazar la proteína animal y resaltar también sus características organolépticas especiales, como son su sabor y textura.

1.1 Justificación

Para el desarrollo de nuevos productos, es importante identificar cuáles son los requerimientos y preferencias del consumidor; donde el cuidado de la salud y la innovación en la textura de los alimentos, son las características que actualmente marcan el eje para lanzar al mercado productos (Vega, 2018). Alineado con estos criterios, se plantea desarrollar una alternativa como análogo de carne a base de quinua y champiñón portobello con aporte proteico y que a su vez contribuya a disminuir intolerancias o alergias alimentarias.

En el presente proyecto se utilizó diferentes hidrocoloides o gomas solubles, con el propósito de mejorar la capacidad de retención de agua y textura del producto; generando junto con los otros ingredientes, un alimento que se acople a los nuevos estilos de vida, con características físicas y sensoriales que sean aceptadas por parte del consumidor.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de hidrocoloides en un producto análogo de carne elaborado con diferentes concentraciones de champiñón Portobello (*Agaricus brunnescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*).

2.2 Objetivos específicos

- Establecer la concentración champiñón-quinua para la elaboración del producto análogo de carne con mayor aporte proteico.
- Identificar el tratamiento que mejor textura presente.
- Determinar el perfil sensorial de la formulación que cumpla con el mejor contenido de proteína y textura

3. Hipótesis

Ho: No existe diferencia en el aporte proteico según la concentración champiñón quinua utilizada para la elaboración del producto análogo de carne.

Ha: Existe diferencia en el aporte proteico según la concentración champiñón quinua utilizada para la elaboración del producto análogo de carne.

Ho₁: El producto análogo de carne no presenta diferencias en la textura según el tipo de hidrocoloide empleado en las tres diferentes concentraciones champiñón quinua.

Ha₁: El producto análogo de carne presenta diferencias en la textura según el tipo de hidrocoloide empleado en las tres diferentes concentraciones champiñón quinua.

4. Marco Teórico

4.1. Productos análogos de carne

La carne ha sido consumida por los humanos a lo largo del tiempo. Sin

embargo, en estos últimos años debido a la toma de conciencia sobre los problemas ambientales y socioeconómicos generados para su obtención, tales como la deforestación, la seguridad alimentaria y la contaminación ambiental, entre otros; los consumidores comienzan a cuestionarse sobre cuáles son los métodos sostenibles de producción de alimentos, los mismos que han fomentado un gran interés en la posibilidad de desarrollar alimentos ricos en proteínas a partir de fuentes vegetales (Pavan Kumar, et al., 2015).

Se han implementado tecnologías para el desarrollo de productos similares a la carne, simulando su textura, sabor, color y valor nutritivo. Estos productos análogos de carne para el año 2010 representaban el 1-2% del mercado total de carne, sin embargo, debido al bajo costo de las proteínas de origen vegetal y los factores nutricionales que estos contienen, el consumo de estos productos está destinado a aumentar (Pavan Kumar, et al., 2015).

En Estados Unidos, la demanda de productos sustitutos de proteínas de origen vegetal está creciendo rápidamente. Alrededor, de tres cuartos de los consumidores de productos vegetarianos y veganos están de acuerdo en el desarrollo y diversificación de productos elaborados a partir de proteína vegetal (Mir, 2018).

En Ecuador, la marca Cordon Green Products, es una de las principales en el sector de productos elaborados con proteína vegetal, esta marca desarrolla productos precocidos y condimentados. Según información adquirida de la Revista Líderes (2015), señala que esta empresa obtuvo como ingreso por ventas en el año 2011 alrededor de USD 30.000 y en el año 2012 USD 45.000. En el año 2015 tenían un promedio de ventas mensuales de 7.500 paquetes en una sola cadena de supermercado. Esta información permite identificar la tendencia y el incremento de la demanda de productos análogos de carne por parte del consumidor ecuatoriano.

4.2. Proteína

Los alimentos proteicos que contienen cantidades significativas de aminoácidos esenciales, por lo general, son considerados como alimentos con proteínas de alta calidad. Estos incluyen alimentos de origen animal, así como de procedencia vegetal, tales como el amaranto, la soya y la quinua. En comparación con las proteínas animales, las proteínas vegetales tienen como limitante los aminoácidos leucina, metionina, lisina y triptófano (Marsh, Munn, Baines, 2012).

La calidad de la proteína de un alimento es determinada por la “Puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína” (PDCAAS), método en el cual la calidad de la proteína es valorada, según el requerimiento de aminoácidos en el ser humano y su facultad para digerir el alimento. Los alimentos con una medida de PDCAAS cercana o igual a 1.0, que es la puntuación máxima, generalmente está dada por las proteínas animales (leche, carne y huevos), al igual que la proteína de soya y la proteína de la quinua lavada con un valor de 0,9; sin embargo, las puntuaciones para alimentos de origen vegetal generalmente son menores (Marsh, et.al., 2012). Por esta razón, es recomendable la complementación proteica, que, junto con una ingesta adecuada de energía, proveen los aminoácidos esenciales para cumplir los requerimientos fisiológicos.

Las proteínas vegetales, a diferencia de las proteínas animales, reducen la ingesta de grasas saturadas y colesterol. Proporcionan nutrientes como fitoquímicos y fibras. Adicionalmente, contienen algunos componentes fisiológicamente activos, como inhibidores de la proteasa, fitoesteroles, saponinas e isoflavonas (Pavan Kumar, et al., 2015).

4.2.1. Metodología para la determinación de proteína

No existe metodología analítica específica para determinar el contenido de

nitrógeno en el producto análogo de carne. Sin embargo, una de las metodologías más utilizadas es Kjeldahl, basada en el principio de la digestión.

En este método la muestra se digiere con ácido sulfúrico para liberar el nitrógeno de la proteína y retener como sal de amonio. Se añade hidróxido de sodio para liberar amoníaco, se destila y se recoge en solución de ácido bórico, se titula y se cuantifica el contenido de nitrógeno total (AOAC INTERNATIONAL, 2005).

El contenido de proteína en los alimentos, se calcula multiplicando el contenido de nitrógeno por un factor de conversión establecido. Existen factores de conversión específicos de acuerdo a la matriz del alimento y proporción de cada componente del mismo (Mariotti, Tomé y Mirand, 2008). No obstante, debido a que este producto no está elaborado por una sola matriz, sino por un pseudocereal y un hongo, no existe un factor específico a ser empleado y se utiliza el factor predeterminado de 6,25, establecido en legislaciones alimentarias, como factor para todos los otros alimentos que no posean un factor específico.

4.3. Hidrocoloide

El término hidrocoloide se refiere a una gama de polisacáridos y proteínas, utilizados actualmente en el sector industrial como espesantes y gelificantes, espumas estabilizantes, emulsiones y dispersiones (Williams y Phillips, 2000). Son aditivos con propiedades valoradas para el desarrollo de nuevos productos que mejoran las características organolépticas del mismo, sustituyendo el uso de ingredientes tradicionales.

El origen y uso de los principales hidrocoloides depende de cada uno de ellos, en la Tabla 1, se provee información de los hidrocoloides usados con mayor frecuencia en la industria de los alimentos.

Tabla 1

Información sobre hidrocoloides más usados en alimentos

Hidrocoloide	Origen				Uso		
	Vegetal	Alga	Microb	Animal	Gelifica	Espesa	Estabiliza
Pectinas	X				X	X	X
Carragenatos		X			X	X	X
Agar		X			X		
Alginatos		X			X	X	X
CMC	X					X	
Goma guar	X					X	
Goma xantana			X		X	X	X
Goma gelana			X		X		
Gelatina				X	X		

Adaptada de Durán, 2001, p.93.

4.3.1. Propiedades funcionales de los hidrocoloides

Los hidrocoloides presentan una amplia gama de propiedades funcionales, sin embargo, a continuación, se revisarán las principales propiedades que aplicarán para esta investigación.

Aumento de viscosidad o espesamiento

El aumento de la viscosidad de la solución se da por la distribución en sistema de redes de las cadenas poliméricas que conforman el hidrocoloide. Factores como la concentración del hidrocoloide, pH y temperatura del sistema alimentario, son determinantes para conseguir el efecto espesante deseado del hidrocoloide (Milani y Maleki, 2012).

Propiedades gelificantes

Las redes de gel de los hidrocoloides se establecen a través de entrelazamientos de cadenas de polímero para formar una red tridimensional. Varios parámetros tales como, la presencia de iones, la temperatura y la estructura inherente del hidrocoloide pueden alterar el ordenamiento físico en el interior de la red (Milani y Maleki, 2012).

Las partículas hinchadas de los hidrocoloides gelificados son particularmente útiles, puesto que combinan la formación de estructuras macroscópicas con la capacidad de fluir y generalmente tienen una textura sólida suave atractiva, que se busca para aplicaciones alimentarias con altos contenidos de agua (> 95%) (Milani y Maleki, 2012).

Propiedades emulsionantes

La funcionalidad de los hidrocoloides como emulsionantes y/o estabilizantes de emulsión se correlaciona con fenómenos como: demora en la precipitación de partículas sólidas dispersas, disminución de las tasas asociadas con formación de gotas de aceite y las espumas, la prevención de la incorporación de partículas dispersas, evitar la separación de sistemas gelificados que contienen aceites y retraso de la coalescencia de las gotas de aceite (Milani y Maleki, 2012).

4.3.2. Goma xantana

La goma xantana es un polisacárido extracelular producido por la bacteria *Xanthomonas campestris*. La estructura primaria de la goma xantana consiste en un esqueleto celulósico de unidades de D-glucosa unidas en β - (1 \rightarrow 4) sustituidas en residuos de glucosa alternativos con una cadena lateral de trisacárido. La cadena lateral del trisacárido está compuesta por dos unidades de manosa separadas por un ácido glucurónico. Aproximadamente, la mitad de las unidades de manosa terminales están unidas a un grupo piruvato y el

residuo no terminal generalmente lleva un grupo acetilo (Milani, Maleki, 2012).

Dentro de las propiedades que caracterizan a la goma xantana destacadas por Katzbauer (1998), son, su estabilidad en un amplio rango de valores de pH (1-11); su solubilidad en agua tanto fría como caliente, y en cuanto a su viscosidad solo se ve afectada mínimamente por tratamientos térmicos como la esterilización.

Las soluciones de la goma xantana son altamente pseudoplásticas, lo que permite mejorar las cualidades sensoriales en los productos alimenticios, permitiéndolo ser un estabilizador eficiente para suspensiones y emulsiones Katzbauer (1998), siendo esta una propiedad de interés para el uso en diversas industrias como la láctea, bebidas de frutas, salsas y aderezo y panificación.

4.3.3. Carboximetilcelulosa sódica

La celulosa (CMC) es un polímero lineal de unidades de β -anhidroglucosa, cada una de las cuales contiene tres grupos hidroxilo. El CMC se obtiene a partir de celulosas con hidróxido de sodio acuoso, seguido de una reacción con ácido monocloroacético o monocloroacetato de sodio en una la reacción de eterificación de Williamson (Nussinovitch, 1997).

De acuerdo con lo identificado por Sidley Chemical (2013), el CMC es un polvo blanco o amarillento inodoro, insípido y no tóxico. Insoluble en solventes orgánicos y soluble en agua.

La viscosidad de las soluciones de este hidrocoloide se ve afectada por varios factores, 1). La temperatura, a mayor temperatura, menor viscosidad; 2) la concentración en la solución, una solución de CMC al 1% alcanza la máxima viscosidad; 3) pH, es más estable en valores de pH 6,5-9, sin embargo, la viscosidad no presentará cambios significativos cuando el valor de pH se encuentra dentro del rango de 9-11 (Sidley Chemical, 2013).

4.3.4. Determinación de textura en producto análogo de carne

La textura es la respuesta de los sentidos táctiles a los estímulos físicos que resultan del contacto entre alguna parte del cuerpo y la comida (Bourne, 2002).

Bourne (2002), establece dos tipos de pruebas utilizadas para medir la textura de los alimentos: pruebas objetivas, en las que se utilizan instrumentos para la medición y pruebas sensoriales las cuales son realizadas por panelistas. Las pruebas objetivas, pueden ser directas (miden las propiedades texturales reales de los materiales, donde algunos de estos instrumentos son portátiles y miden la fuerza aplicada con un indicador para determinar la fuerza máxima empleada (Bourne, 2002), o indirectas (miden propiedades físicas que se correlacionan con una o más propiedades de textura). Las pruebas sensoriales se clasifican en orales (pruebas realizadas en boca) y no orales (pruebas donde se utilizan otras partes del cuerpo que no sea a través de la boca).

4.3.5. Aspecto regulatorio de los hidrocoloides en Ecuador

Los valores de “*Ingesta Diaria Admitida*” para aditivos alimentarios se encuentran en la normativa técnica ecuatoriana del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2016), (NTE INEN-CODEX STAN 192), adoptada de las directrices establecidas por la “*FAO/OMS Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios*”, que sirven para identificar los valores máximos de consumo, sin embargo, sin sobrepasar estos valores, la experimentación es la que permite identificar las cantidades adecuadas del aditivo para que este cumpla con la función referida en el producto desarrollado. Esta normativa identifica para el uso de goma xantana y carboximetilcelulosa sódica, su uso en “*conformidad con las Buenas Prácticas de Fabricación*” y cumpliendo las funciones de “*emulsionante, estabilizante y espesante*”.

4.4. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa es un miembro de la familia *Chenopodiaceae*, no es un grano de cereal sino un pseudo-cereal, es decir, una "semilla" que se prepara y se consume de manera similar a un grano (Jinder, Dhar, Parashar y Gupta, 2017).

La quinoa es una hierba anual que produce una panícula que contiene pequeñas semillas llamadas aquenios. Las semillas son pequeñas (200 a 500 semillas/g), redondas, planas y de aproximadamente 2-3 mm de diámetro. Las semillas se encuentran en una gran variedad de pigmentos, estas pueden tener una coloración blanca, amarilla, roja, púrpura o negra, dependiendo del "tipo ecológico" y en la región que han sido cultivadas. El sistema de raíces es extenso. Consiste en muchas ramas desde una raíz central que puede extenderse 30 cm en un entorno de campo. Las plantas de quinoa varían en altura de 60 a 125 cm, dependiendo del ecotipo. Las hojas superiores son lanceoladas, mientras que las hojas inferiores son más romboidales. Las superficies superiores e inferiores de las hojas están cubiertas con pequeñas glándulas (Jinder, et al., 2017).

4.4.1. Cultivo

La quinoa se cultiva en ambientes severos como el altiplano (planicies de alta montaña) y las salinas alcalinas, en áreas de valles relativamente moderadas y fértiles y en bosques húmedos costeros (Jinder, et al., 2017).

4.4.2. Cultivo en Ecuador

En la Figura 1, a través de la información obtenida de Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018), se identifica la producción y el área cosechada de quinoa en el Ecuador para el período 2013-2017, donde para el año 2015 se observa un pico de incremento tanto para producción como área cosechada a diferencia de otros periodos.

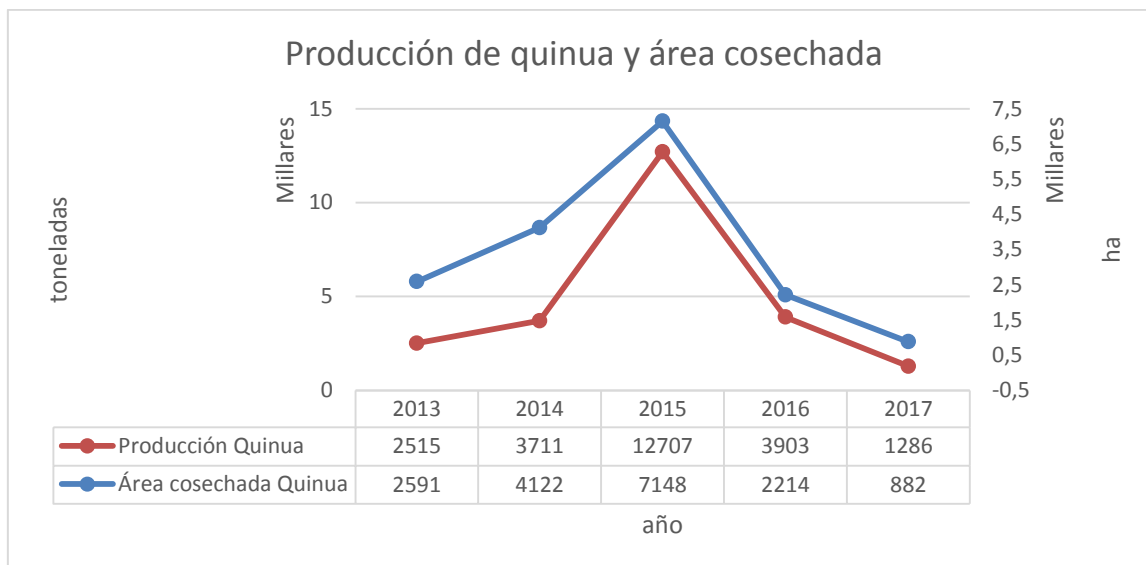


Figura 1. Producción/Área cosechada de quinua en el Ecuador

Adaptada de FAOSTAT, 2018.

4.4.3. Valor nutricional

Jinder, et al. (2017) describe a la quinua como un “súper alimento” que ha sido reconocido en los círculos de salud desde hace algún tiempo, sin embargo, ha recibido atención de los medios en los últimos años. Esto se debe al incremento de personas por mejorar su alimentación y tener una vida más saludable, esta concientización es la que ha hecho popular a este grano por sus cualidades nutricionales y diferentes beneficios en la salud, por otro lado, se destaca el consumo en personas celiacas o intolerantes al gluten que llevan una dieta libre de gluten.

A través de un estudio realizado por Schoenlechner, Siebenhandl, y Berghofer (2008, pp. 149-190), el contenido de proteína de la quinua varía entre 10-17%, siendo este valor más alto que otros cereales (arroz 8%, trigo 8,9%, maíz 9,4%, cebada 10%). Su proteína principalmente está conformada por globulinas y albúminas.

La quinua es considerada como una proteína completa por poseer todos los aminoácidos esenciales. El perfil de aminoácidos de cada fracción de proteína

mostró un contenido equilibrado de aminoácidos esenciales (Schoenlechner, et al., 2008, pp-149-190). En la Tabla 2, se observa la composición de aminoácidos en quinua cocinada.

Tabla 2

Composición de aminoácidos en la quinua cocinada

Aminoácido	Unidad	Valor por 100 g
Triptófano	g	0,052
Treonina	g	0,131
Isoleucina	g	0,157
Leucina	g	0,261
Lisina	g	0,239
Metionina	g	0,096
Cistina	g	0,063
Fenilalanina	g	0,185
Tirosina	g	0,083
Valina	g	0,185
Arginina	g	0,340
Histidina	g	0,127
Alanina	g	0,183
Ácido aspártico	g	0,353
Ácido glutámico	g	0,580
Glicina	g	0,216
Prolina	g	0,240
Serina	g	0,176

Adaptada de USDA, 2018.

4.5. Champiñón (*Agaricus bisporus*)

El champiñón *Agaricus bisporus* de la variedad *brunnescens*, es conocido comúnmente como champiñón Portobello, el champiñón Portobello es la forma completamente madura del hongo crimini, que a su vez es una variación del hongo blanco cultivado común. El Portobello, es un hongo extremadamente grande y marrón oscuro, cuyo diámetro puede llegar a medir 6 pulgadas, tiene una tapa abierta y plana, tiene un sabor delicado y crea una textura densa y carnosa. El sabor del hongo juega un papel importante en la aceptación del consumidor, debido a sus atributos sensoriales como el olor a hongo fresco, sabor dulce y el sabor umami característico (Wang, Li, Li, Wu, y Tang, 2018).

4.5.1. Cultivo

De acuerdo con lo identificado por Feeney, Miller y Roupas (2014), existen más de 2000 variedades de hongos comestibles, los más conocidas por los consumidores estadounidenses en 2014 son de la especie *Agaricus bisporus*: el hongo botón blanco (el más consumido en el mundo), crimini y portobello. Otras especies comerciales son el shiitake (*Lentinus edodes*), la paja (*Volvariella volvacea*), la ostra (*Pleurotus ostreatus*) y el enoki (*Flammulina ostreatus*). Las especies estacionales como las morillas (*Morchella esculenta*) y los rebozuelos (*Cantharellus cibarius*) se recolectan en el medio silvestre y se venden en tiendas minoristas y mercados de agricultores. Según el Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el consumo per cápita fresco de hongos blancos es menos de 3 libras por año.

Según PRNewswire (2018), el mercado global de hongos representó USD 38.13 billones en el año 2017, expandiéndose a una tasa compuesta de crecimiento anual de 7,9% de 2018 a 2026. El aumento en el consumo de alimentos procesados, la creciente concientización del consumidor con respecto a los beneficios para la salud ofrecidos por los hongos y la mejora en las tecnologías de empaque son algunos de los factores clave que influyen en el crecimiento del mercado de hongos en la actualidad. Adicionalmente, se espera que la creciente demanda de productos sustitutos de la carne y la preferencia de los consumidores por estos alimentos sean otros factores que aumenten la demanda del mercado mundial de hongos.

En Ecuador no existe información sobre el cultivo y producción de hongos comestibles en bases gubernamentales.

4.5.2. Valor nutricional

Los hongos proporcionan nutrientes que se encuentran tanto en alimentos

derivados de plantas como de animales, Tabla 3, sin embargo, poseen un perfil único de nutrientes, puesto que los hongos son buena fuente de: niacina (10% –19% VD), ácido pantoténico, selenio, cobre y de riboflavina ($\geq 20\%$ VD) (Feeney, et al., 2014).

Tabla 3

Composición de nutrientes por porción recomendada USDA

Alimento	Contribución nutricional					
	Potasio (mg)	Fibra (g)	Vitamina D (UI)	Calcio (mg)	Proteína (g)	Calorías
Champiñón blanco, rebanado, salteado (1 taza)	428	1,9	9	4	3,9	28
Portobello, rebanado, asado (1 taza)	529	2,7	634	4	3,9	35
Zanahoria, cocinada, rebanada (1taza)	367	4,7	0	47	1,2	55
Papa, cocinada sin piel (1 taza)	591	2,8	0	8	2,9	136
Plátano en rodajas (1 taza)	537	3,9	0	8	1,6	134
Carne molida azada, 20% grasa (2 onzas)	258	0	2	20	21,9	230
Leche 1% grasa (1 taza)	366	0	2	305	8,2	102

Yogur entero	380	0	5	296	8,5	149
(1taza)						

Adaptada de Feeney, 2014, p.303.

Al-Enazi et al. (2012), mediante su estudio detalla que, el champiñón *Agaricus brunnescens* contiene 89,3% de humedad y en base seca su composición es de 39,5% de proteína, 2% de grasa, 39,2% de carbohidratos, 9,5% de cenizas y 9,8% de fibra dietaria.

Entendiendo que la calidad proteica de un alimento está relacionada con el contenido de aminoácidos, en la información obtenida de USDA (2018), en la Tabla 4, se despliega el perfil de aminoácidos para 100 gramos de champiñón Portobello a la parrilla, lo que genera la característica de un perfil de nutriente único (Feeney, et al., 2014).

Tabla 4

Composición de aminoácidos en champiñón Portobello a la parrilla

Aminoácido	Unidad	Valor por 100 g
Triptófano	g	0,045
Treonina	g	0,125
Isoleucina	g	0,090
Leucina	g	0,150
Lisina	g	0,110
Metionina	g	0,035
Cistina	g	0,020
Fenilalanina	g	0,100
Tirosina	g	0,070
Valina	g	0,410
Arginina	g	0,120
Histidina	g	0,065
Alanina	g	0,185
Ácido aspártico	g	0,260
Ácido glutámico	g	0,470
Glicina	g	0,110
Prolina	g	0,115
Serina	g	0,120

Adaptada de USDA, 2018.

4.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es un método de prueba científica para medir con precisión las respuestas humanas según lo percibido por los cinco sentidos. La evaluación sensorial es una parte importante del desarrollo de alimentos, puesto que es el medio fundamental para determinar cómo reaccionan los consumidores a un alimento. Las personas evalúan un alimento en particular basándose principalmente en los atributos sensoriales tales como, aspecto, olor, sabor, sonido y textura (Choi, 2013).

Manson y Nottingham (2002), establece que existen dos tipos principales de métodos sensoriales: los métodos afectivos, que son las pruebas que implican preferencia o aceptación del consumidor y los métodos analíticos, pruebas que participan en el análisis de atributos de productos específicos en términos de discriminación o diferencia y descripción.

4.6.1. Método afectivo, prueba de comparación pareada

Los especialistas sensoriales definen a las pruebas orientadas al consumidor como pruebas afectivas y dentro de estas, la prueba de comparación pareada, se usa para evaluar la aceptación de un producto; generalmente indica el uso real del producto, es decir, si el consumidor está dispuesto a comprar y consumir el producto (Watts, Ylimaki, Jeffery y Elias, 1989).

Esta prueba no requiere de un panel sensorial entrenado, se la realiza con consumidores que tengan conocimiento del producto a evaluar o potenciales consumidores. Para pruebas a nivel de laboratorio, se requieren entre veinte y cinco a treinta degustadores (Espinosa Manfugás, 2007, p. 81).

4.6.2. Análisis descriptivo cuantitativo

La prueba descriptiva es una prueba sensorial diseñada para proporcionar

información sobre las características sensoriales de un alimento y se utiliza para describir la intensidad de sus atributos sensoriales. Se trabaja con un panel conformado de 10 a 12 panelistas, se genera un vocabulario y existe un líder del panel que actúa como facilitador, sin embargo, cada panelista realiza la evaluación del producto de manera individual. Se suele representar los resultados con un gráfico de estrella (Choi, 2013).

5. Materiales y métodos

5.1. Metodología

5.1.1. Descripción del lugar de estudio

Esta investigación se desarrolló en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad de las Américas, en el laboratorio de procesamiento de alimentos secos LQ2, ubicado en la sede Queri (José Queri y Avenida de los Granados), Quito-Ecuador.

La georreferenciación es 0°10'04.6"S 78°28'21.7"W, Latitud: -0.168051400, Longitud: -78.472780900.

5.1.2. Diseño Experimental y Análisis Funcional

En este estudio, se identificaron dos factores, el primer factor de estudio corresponde a la concentración champiñón quinua y el segundo factor de estudio es el tipo de hidrocoloide empleado para la elaboración del producto análogo de carne, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Factores de estudio para la elaboración de producto análogo de carne

Factor	Descripción	Descripción del nivel	Código del nivel
A	Concentración champiñón quinua	50% champiñón + 33% quinua	A1
		33% champiñón + 50% quinua	A2
		41% champiñón + 41% quinua	A3
B	Hidrocoloide	goma xantana	B1
		carboximetilcelulosa sódica (CMC)	B2

Resultado de la combinación de los dos factores, se obtienen 6 tratamientos, los cuales se indica en la Tabla 6.

Tabla 6

Tratamientos empleados para la elaboración de producto análogo

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	50% champiñón + 33% quinua + 0,7% goma xantana
T2	A2B1	33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana
T3	A3B1	41% champiñón + 41% quinua + 0,7% goma xantana
T4	A1B2	50% champiñón + 33% quinua + 0,7% CMC
T5	A2B2	33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC
T6	A3B2	41% champiñón + 41% quinua + 0,7% CMC

Nota: CMC = carboximetilcelulosa sódica

Se obtuvo la combinación de factores A y B con un total de 6 tratamientos, 3 repeticiones y 18 unidades experimentales de 80 gramos cada una.

5.1.3. Diseño estadístico

Para este proyecto de titulación, se utilizó un Diseño de Bloques al Azar con arreglo factorial 2x3, con 3 repeticiones para cada tratamiento y dos variables, En la Tabla 7 se indica el esquema del análisis de varianza.

Tabla 7

Esquema de análisis de varianza del diseño experimental

Fuentes de variación		Grados de libertad
Total	$(axb-r-1)$	17
Tratamientos	$(axb-1)$	5
Factor A	$(a-1)$	2
Factor B	$(b-1)$	1
FA x FB	$(a-1)(b-1)$	2
Repeticiones	$(r-1)$	2
Error Experimental	$(axb-1)(r-1)$	10

Las variables empleadas para esta investigación fueron contenido de proteína y textura del producto análogo de carne, como se indica en la Tabla 8.

Tabla 8

Variables empleadas en el trabajo

Variable	Unidad
Contenido de proteína	g/100g
Textura	kg

Análisis de datos

El programa estadístico utilizado para el análisis de datos fue InfoStat. Mediante estadística inferencial, se realizó la evaluación entre tratamientos, aplicando la prueba ANOVA y LSD de Fisher para identificar el mejor tratamiento.

5.1.4. Manejo del experimento

5.1.4.1. Preparación de prototipos

La elaboración de los diferentes tratamientos para el producto análogo de carne, se manufacturaron con el proceso representado en la Figura 2.

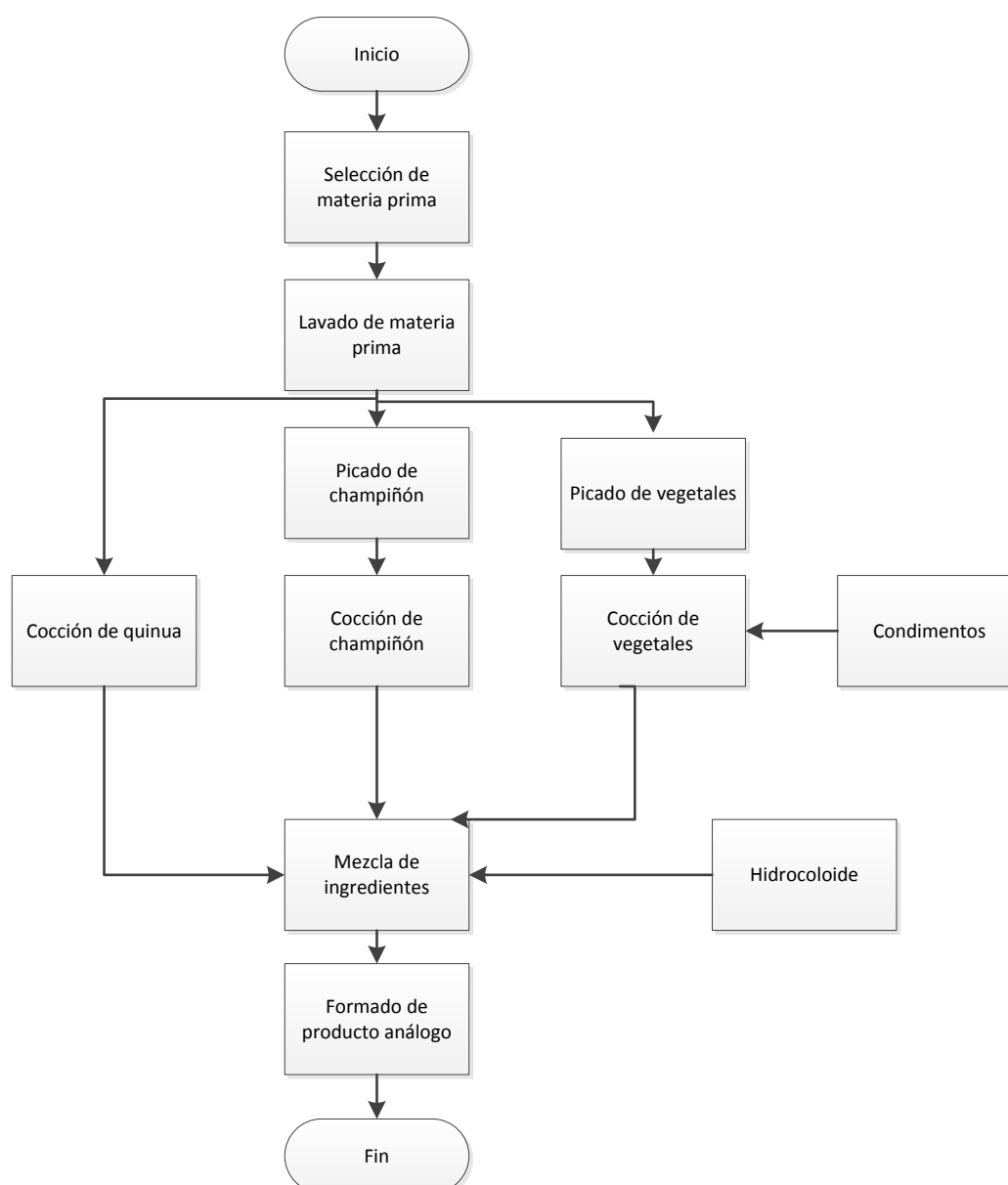


Figura 2. Diagrama de flujo de producción de producto análogo de carne

Selección de materia prima: se seleccionó la materia prima que cumple con los estándares de calidad para la elaboración del producto análogo de carne.

Lavado de materia prima: se realizó un lavado con agua clorada para la desinfección de la materia prima, los champiñones con hipoclorito y la quinua se dejó en remojo para eliminar las saponinas.

Picado de materia prima: los champiñones y los vegetales, se picaron finamente en un procesador de alimentos, con la finalidad de disminuir su tamaño y brindar una apariencia más homogénea al producto terminado.

Cocción de la materia prima: los champiñones, quinua y vegetales se cocinan por separado. En los vegetales se adicionaron los condimentos necesarios para dar mejor sabor al producto

Mezcla de ingredientes: en un recipiente se mezclaron los champiñones, vegetales y la quinua. Posteriormente, se adicionó el hidrocólido y se mezcló hasta obtener una mezcla homogénea.

Formado del producto: una vez obtenida la masa homogénea, se pesa y se moldea hasta obtener la apariencia similar de una hamburguesa de carne molida.

5.1.4.2. Metodología para la medición de variables de respuesta.

Las variables respuesta serán medidas de acuerdo con las metodologías descritas en la Tabla 9.

Tabla 9

Variables de respuesta

Variable	Método
----------	--------

Contenido de proteína	AOAC 991.20
Textura	Penetrómetro

5.1.4.3. Metodología para determinación de proteína Kjeldahl

Reactivos:

- Pastillas catalizadoras
- Pastillas antiespumantes
- Ácido sulfúrico 96%
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 40%
- Ácido bórico 4%
- Ácido clorhídrico 0,1 M

Materiales:

- Balanza
- Digestor
- Destilador
- Titulador

Procedimiento:

- Pesar 1 gramo de muestra homogenizada de producto análogo de carne.
- Añadir en el tubo digestor la muestra más 2 pastillas catalizadoras y 2 pastillas antiespumantes.
- añadir de 12 a 15 ml de ácido sulfúrico.
- Colocar el tubo en el digestor por 3,5 horas. La muestra se digesta en 4 etapas en las que progresivamente se va incrementando la temperatura:
 - 1era rampa, alcanzar una temperatura de 100°C y mantener por 60 minutos.
 - 2da rampa alcanzar 200°C y mantener por 60 minutos.

- 3era rampa alcanzar 400°C y mantener por 45 minutos.
- 4ta rampa mantener a 400°C por 45 minutos adicionales.
- Enfriar la muestra y colocar en el equipo de destilación automático, en el que se añaden 50 ml de agua destilada y 50 ml de hidróxido de sodio.
- Recoger el destilado en un matraz con ácido bórico y titular con una solución de ácido clorhídrico.
- A partir del volumen de ácido clorhídrico utilizado se cuantifica la cantidad de nitrógeno total de la muestra.
- Calcular el contenido de proteína de la muestra multiplicando el contenido de nitrógeno total por el factor 6,25.

5.1.4.4. Metodología para la determinación de textura

Materiales:

- Penetrómetro.
- Adaptador con cabezal plano.

Procedimiento:

- Preparar el equipo con el cabezal plano.
- Escoger la unidad de medida de compresión en kilogramos.
- Asegurarse de que el equipo marque 0, caso contrario encerrar el equipo.
- Introducir el cabezal en el producto análogo, siempre este cabezal debe estar en línea con el producto que va a atravesar.
- Leer la fuerza máxima que ejerció el cabezal para ingresar en el producto.
- Realizar la medición en 5 puntos distribuidos en toda la superficie del producto, con el objetivo de que sea una medida representativa.

- Registrar el valor promedio de las mediciones

5.1.4.5. Estudio sensorial

El estudio sensorial se realizó en dos etapas:

Método afectivo, prueba de comparación pareada

- Esta etapa del análisis sensorial se realizó con un panel de 40 personas (jueces consumidores) que consumen habitualmente alimentos a base de proteínas vegetales.
- Con números obtenidos aleatoriamente, se codificó las dos muestras obtenidas a partir del análisis ANOVA, como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10

Tratamientos empleados en el análisis sensorial de comparación pareada

Tratamiento	Código	Descripción
T2	216	33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana
T5	574	33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC

- Se solicitó a los panelistas que evalúen las dos muestras presentadas probando de izquierda a derecha y enjuagando su boca con agua entre la degustación de cada muestra.
- Se realizó una encuesta de preferencia a todos los consumidores (Anexo 1). Esta prueba se realizó para obtener el mejor tratamiento en cuanto a preferencia.
- Se tabularon las encuestas obteniendo la muestra preferida por los jueces consumidores.

Análisis descriptivo cuantitativo

- El mejor tratamiento obtenido de la prueba de comparación pareada, codificada con el número 574, se presentó a los panelistas para obtener el perfil de sabor.
- El panel semi entrenado estuvo conformado de 7 panelistas de la Universidad de las Américas.

Preparación de estándares:

- Para las soluciones de intensidad 5 y 10 de los sabores salado, dulce y umami, se prepararon las soluciones, tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11

Soluciones empleadas para la intensidad de sabor

Sabor	Sustancia	Concentración	Intensidad
Dulce	Sacarosa	27%	10
		15%	5
Sal	Cloruro de sodio	2,1%	10
		1,2%	5
Umami	Glutamato monódico	2,5g/l	10
		1,2g/l	5

Adaptada de Almeida, 2018a, pp. 8-11.

- Para la evaluación de la intensidad de los atributos: color marrón, textura, sabor a carne y olor a carne, se preparó una muestra de referencia de hamburguesa de carne y se asignó los valores de referencia, de acuerdo con la Tabla 12.

Tabla 12

Valores designados para la muestra patrón hamburguesa de carne molida

Atributo	Intensidad
Color marrón	6
Textura	7
Sabor a carne	10
Olor a carne	10

Proceso de evaluación:

- Se solicitó a los panelistas que degusten la muestra referencia de hamburguesa de carne molida y que a partir de los valores previamente identificados para los atributos color marrón, textura, sabor a carne y olor a carne, evalúen la muestra del producto análogo de carne y registren su intensidad.
- Para cuantificar la intensidad de sabor dulce, salado y umami, se les pidió que degusten las soluciones de referencias (intensidad 5 y 10) preparadas de acuerdo con la Tabla 11, y versus estos estándares, califiquen el grado de intensidad para el producto análogo de carne.
- Para la calificación de la intensidad de los atributos sabor a champiñón y olor a champiñón, se solicitó que coloquen en la encuesta el grado de intensidad percibido por cada panelista.
- Se solicitó que registren en la encuesta entregada, la intensidad de cada uno de los atributos percibidos, donde 0 correspondía a nada y 10 muy alto/fuerte, (Anexo 2).
- Una vez obtenidos los resultados de los 7 panelistas se procedió a tabularlos y obtener el perfil sensorial de la muestra correspondiente al producto análogo de carne.

6. Resultados y discusión

6.1. Análisis proteína

En la Tabla 13, se presentan los resultados de laboratorio del contenido de proteína de los diversos tratamientos elaborados.

Tabla 13

Resultado de contenido de proteína para los tratamientos realizados

Muestra	Tratamiento/Repetición	Proteína (g/100g)
380	T1R1	3,4
537	T1R2	3,6
263	T1R3	4,0
243	T2R1	4,3
233	T2R2	4,1
412	T2R3	3,7
788	T3R1	3,7
258	T3R2	3,7
612	T3R3	3,6
839	T4R1	3,5
719	T4R2	3,3
147	T4R3	3,7
942	T5R1	3,9
617	T5R2	3,7
826	T5R3	4,3
155	T6R1	3,7
107	T6R2	4,1
518	T6R3	3,6

Como se observa en la Tabla 13, el tratamiento con mayor contenido de proteína es T2R1 codificado con el número 243 con un valor de 4,3 g/100g, seguido por el T5R3 muestra 826 con 4,3 g/100g de igual contenido, mientras que el tratamiento con menor contenido de proteína es el 719, T4R2. Esto se debe a que tanto el T2R1 como el T5R3, fueron elaboradas con mayor concentración de quinua (33% champiñón y 50% quinua). Por otro lado, el T4R2 con menor concentración de proteína, fue elaborado con 50% de

champiñón y 33% de quinua.

En la Tabla 14, se plasma información bibliográfica sobre el contenido de proteína obtenida de la base de datos de composición de alimentos USDA (2018) y datos analíticos realizados sobre las materias primas utilizadas en la parte experimental para la elaboración del producto análogo.

Tabla 14

Contenido de proteína para materia prima empleada

Muestra	Contenido proteína (g/100g)	
	USDA 2018	Análisis laboratorio
Champiñón Portobello cocinado	3,28	3,50
Quinua cocinada	4,40	5,10

Al analizar los datos de la Tabla 13 y 14, se aprecia que existe correlación entre datos, ya que los tratamientos que tiene mayor aporte de quinua (T2 y T5), aportan mayor contenido proteico que los tratamientos en los que predomina el champiñón (T1 y T4).

Por otro lado, se identifica que las diferencias de contenido de nutrientes en un mismo tipo de alimento, tal como lo comenta Jinder, et al. (2017), Como es el caso de la quinua, se debe a razones de tipo ecológico y de las regiones donde fueron cultivadas; aunque para todo cultivo vegetal, la variabilidad depende de la genética del alimento y la estacionalidad en la que fueron cultivadas, por esta razón existe una diferencia en los valores obtenidos de proteína utilizadas en la misma concentración para la elaboración del producto (Moya, 2002).

Al comparar los datos analíticos experimentales de la Tabla 13, con el contenido de proteína de la hamburguesa de carne molida, producto al que busca sustituir; se puede identificar que estos valores son menores, puesto que van un rango de 3,3% a 4,3%; comparados con el contenido de proteína de la carne molida, obtenido de la fuente bibliográfica USDA (2018), que detalla el

valor de 15,76%. Información corroborada por Carvajal (2018), los vegetales contribuyen con menor cantidad de proteína que un alimento de origen animal, a excepción de las legumbres y hongos.

El análisis estadístico de los datos experimentales, se observa en la Tabla 15 y Tabla 16, donde se encuentran los resultados del análisis de varianza ANOVA del contenido de proteína utilizando el modelo LSD Fisher con nivel de significancia 0,05.

Tabla 15

ANOVA para el parámetro proteína

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,63	7	0,09	1,17	0,3991
Repetición	0,02	2	0,01	0,12	0,8920
Factor A	0,53	2	0,27	3,48	0,0715
Factor B	0,01	1	0,01	0,07	0,8039
Factor A*Factor B	0,07	2	0,04	0,46	0,6468
Error	0,77	10	0,08		
Total	1,40	17			

Nota: CV=7,35%

A través de estos resultados se puede considerar que los tratamientos no son significativamente diferentes, ya que el valor de p es mayor que el nivel de significancia 0,05; tal como lo define Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2010, pp. 307-311); por lo tanto, no hay razones objetivas que nos permitan aceptar diferencias significativas en el contenido de proteína en cuanto la concentración de champiñón quinua para la elaboración del producto análogo de carne.

Los datos presentan un CV de 7,35%, lo que simboliza la variación de los datos en relación con la media, y alineado con el criterio de Dirección de Censos y

Demografía (2005), obtener un valor menor del 8%, implica que la calidad estadística de la estimación es precisa. Cuando se realiza un experimento en un laboratorio en condiciones no controladas un valor de CV hasta 10% es aceptable.

Tabla 16

Resultado ANOVA para el contenido de proteína entre factores A y B

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
2	1	4,03	3	0,16	A
2	2	3,97	3	0,16	A B
3	2	3,80	3	0,16	A B
3	1	3,67	3	0,16	A B
1	1	3,67	3	0,16	A B
1	2	3,50	3	0,16	B

Adicionalmente, a través de la información desplegada en la Tabla 16, el mejor tratamiento del diseño experimental en cuanto al contenido de proteína, por medio del análisis de LSD de Fisher, es el tratamiento T2 (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana), información que concuerda con el contenido reportado por la USDA (2018), que para la quinua cocinada reporta un contenido de 4,40% de proteína y para el champiñón Portobello asado un menor contenido de proteína de 3,28%, datos que sirven para correlacionar que los tratamientos que aportan al producto final con mayor contenido de proteína, son los que tienen mayor contenido de quinua en su formulación.

6.2. Análisis textura

Para obtener la formulación ideal que iba a ser empleada en la investigación, se evaluó dos concentraciones diferentes (1% y 0,7%) para los dos hidrocoloides. El problema presentado en los prototipos usados tanto con goma xantana como CMC para la concentración de 1%, fue el sabor residual obtenido en boca después de la degustación, una sensación gelatinosa que no se eliminaba fácilmente, esto generó un rechazo del producto a ser ensayado. La concentración de 0,7% de hidrocoloides brindó una mejor textura en el producto y permitió resaltar los ingredientes champiñón, quinua y condimentos que se buscaban.

Los resultados de textura obtenidos para los tratamientos de productos análogos de carne constan en la Tabla 17.

Tabla 17

Resultados textura tratamientos del producto análogo y repeticiones

Muestra	Tratamiento /Repetición	Textura (kg)					Valor promedio
		R1	R2	R3	R4	R5	
524	T1R1	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
272	T1R2	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05
889	T1R3	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
679	T2R1	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10
205	T2R2	0,09	0,07	0,10	0,08	0,10	0,09
692	T2R3	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
548	T3R1	0,07	0,10	0,07	0,10	0,08	0,08
856	T3R2	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08
598	T3R3	0,09	0,07	0,09	0,09	0,07	0,08
588	T4R1	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06
848	T4R2	0,05	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
382	T4R3	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
255	T5R1	0,07	0,07	0,10	0,10	0,11	0,09
528	T5R2	0,11	0,12	0,09	0,11	0,13	0,11
173	T5R3	0,11	0,11	0,09	0,08	0,10	0,10
668	T6R1	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09
519	T6R2	0,09	0,09	0,09	0,08	0,11	0,09
403	T6R3	0,11	0,11	0,10	0,08	0,10	0,10

Al realizar el análisis de los datos, se puede apreciar que los tratamientos en los que se emplea goma xantana T1, T2 y T3, tienen una textura ligeramente menor, con un promedio de 0,07 kg; mientras, que los tratamientos realizados con CMC T4, T5 y T6, tienen una textura promedio de 0,09 kg.

En la Tabla 18 y 19, se encuentran los resultados del análisis varianza ANOVA de la variable textura, utilizando el modelo LSD Fisher con nivel de significancia 0,05.

Tabla 18

ANOVA para el parámetro textura

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,01	7	8,0E-04	16,38	0,0001
Repetición		4,4E-05	2	2,2E-05	0,45	0,6472
Factor A		4,9E-05	2	2,4E-03	49,89	<0,0001
Factor B		6,7E-05	1	6,7E-04	13,75	0,0041
Factor A*Factor B		1,1E-05	2	5,6E-06	0,11	0,8937
Error		4,9E-05	10	4,9E-05		
Total		0,01	17			

Nota: CV=8,80%

Al obtener los resultados del diseño experimental para la variable textura, se observa que el p valor tanto para el Factor A (Concentración champiñón-quinua), como para el Factor B (Tipo de hidrocoloide) son 0,0001 y 0,0041 respectivamente, es decir, menor al p valor 0,05; por lo tanto, existen diferencias significativas, en la textura, lo que sugiere no rechazar la hipótesis alternativa. Mientras, que para la intersección Factor A y Factor B, no existen diferencias significativas, puesto que el p valor es de 0,89, > 0,05, por lo cual, no hay razones objetivas que nos permitan aceptar diferencias significativas en el tipo de hidrocoloide para la textura del producto análogo de carne. Se realizó la prueba de separación de medias LDS Fisher al 5% de error para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 19

Resultado ANOVA para el contenido de textura entre factores A y B

Factor		Factor		Medias	n	E.E.			
A	B								
2	2	0,10	3	4,0E-03	A				
3	2	0,09	3	4,0E-03	A				
2	1	0,09	3	4,0E-03	A	B			
3	1	0,08	3	4,0E-03		B			
1	2	0,06	3	4,0E-03			C		
1	1	0,05	3	4,0E-03				D	

De acuerdo con los datos obtenidos del análisis de varianza ANOVA usando la prueba de LSD de Fisher, se obtiene que el mejor tratamiento para la variable textura es el Factor A nivel 2 (33%champiñon y 50%quinua) y para el Factor B nivel 2 (CMC). Por otro lado, se obtuvo un coeficiente de variación de 8,80%, el cual presenta una precisión aceptable de acuerdo con el criterio de Dirección de Censos y Demografía (2005), que dice que valores entre 8 y 14%, dan como resultado una precisión aceptable en la desviación de datos con relación a la media. El valor del coeficiente de variación se encuentra del rango del 10% aplicada para una investigación realizada en laboratorio.

Los resultados obtenidos de la Tabla 19, identifican al tratamiento del diseño experimental al tratamiento T5 (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC), como el mejor tratamiento para el parámetro textura, información validada con la obtenida por Harrack, Pasillas y Villagómez (2015), que consideran al CMC como el mejor emulgente en la producción de hamburguesas de cereal y legumbre, ya que se solubiliza en frío y gelatiniza en caliente.

No obstante, es importante identificar los valores de textura que presenta una hamburguesa de carne molida, para comparar sus valores y tener una mejor precisión del producto que se elaboró. En la Tabla 20, se muestran los valores de textura de una hamburguesa de carne de res, producto al que busca

reemplazar por el producto análogo de carne.

Tabla 20

Textura de la hamburguesa de carne de res

Muestra	Textura (kg)					Valor Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	
Hamburguesa	1,32	1,26	1,48	1,37	1,58	1,40

Los datos de textura de la hamburguesa de carne molida son más altos que los valores de textura de los diferentes tratamientos del producto análogo de carne, esto es debido a que la textura de la carne está dada por las características propias de su tejido conectivo y la grasa intermuscular (Carvajal, et al., 2008), a diferencia que la textura de un producto análogo de carne, que está dado únicamente por las propiedades espesantes y gelificantes del hidrocoloide empleado.

6.3. Análisis sensorial

6.3.1. Prueba de comparación pareada

Con los datos obtenidos del análisis ANOVA y prueba LSD de Fisher, se definen los mejores tratamientos: T2 (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana) y T5 (33% champiñón + 50% quinua + 0,7% CMC). A estos tratamientos se aplica la prueba de comparación pareada (preferencia), cuyos datos se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21

Resultado del estudio de preferencia

Muestra	Preferencia N° panelistas	Aceptación de muestra
216 (T2)	15	37,5%
574 (T5)	25	62,5%

La muestra 216, presenta una textura agradable, textura blanda, y jugosa, según los comentarios de panelistas, mientras que la muestra 574 presentó textura más firme y con una mejor consistencia.

La muestra 574, obtuvo 25 respuestas positivas, mientras que la muestra 216, obtuvo 15 favorables; no obstante, para identificar si existe o no diferencia significativas entre las muestras, se empleó el método estadístico de distribución binomial de doble cola con nivel de probabilidad 0,05, utilizando la tabla "*Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a varios niveles de probabilidad para pruebas de preferencia por pares (dos colas, $p=1/2$)*" (Espinosa Manfugás, 2007, p. 107) (Anexo 3). Para un panel de 40 degustadores, debe existir por lo menos 27 respuestas afirmativas para una determinada muestra, por lo tanto, se establece que no existe diferencia significativa entre las muestras 216 y 574, sin embargo, se utilizó la muestra 574, para la evaluación del perfil sensorial, la cual obtuvo el 62,5% de aceptación por parte de los degustadores.

6.3.2. Prueba de perfil de sabor

La prueba del perfil de sabor fue realizada por un panel semi entrenado de la Universidad de Las Américas. En la Figura 3, se presentan los resultados obtenidos.

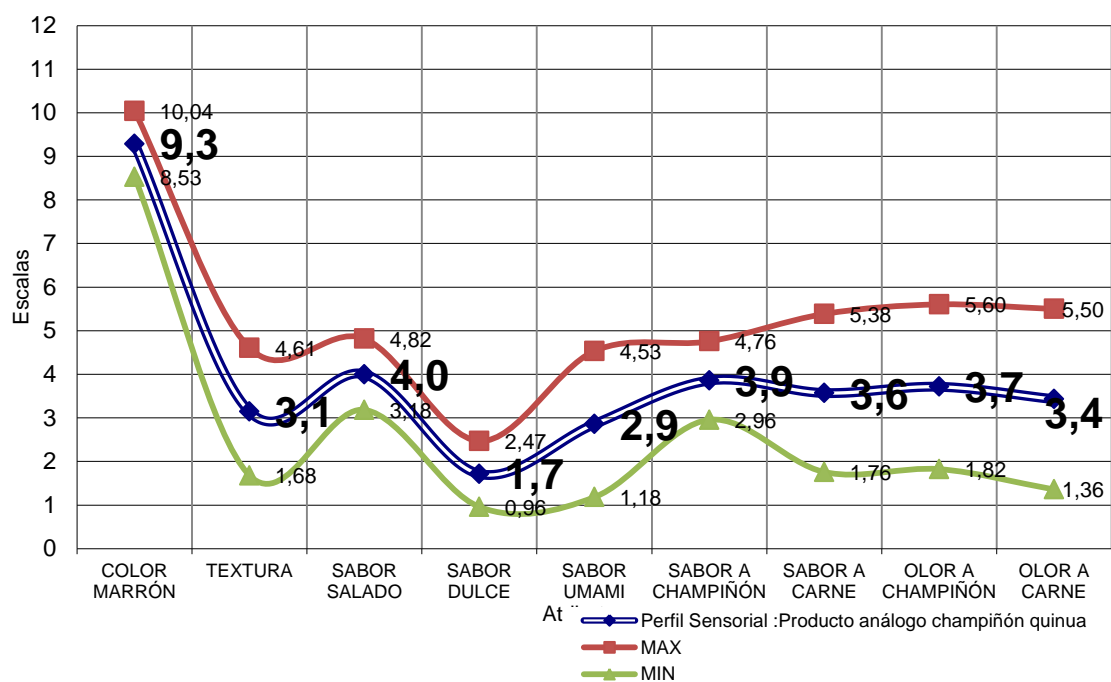


Figura 3. Valores promedio, máximos y mínimos de los atributos evaluados.

En la Figura 3, se muestran las intensidades obtenidas del producto análogo de carne con respecto a los valores de referencia de la hamburguesa de carne molida. La escala estaba dada de 0 a 10, donde 0 es nada y 10 es muy alto/fuerte. Dentro de los valores más cercanos a los de carne fue con respecto al color marrón (9,3); en el caso de textura, sabor a carne y olor a carne, presentaron valores promedios con una intensidad ligera 3,1 / 3,6 / 3,4 / para estos atributos respectivamente, sin embargo, es importante resaltar que para algunos panelistas el sabor y olor a carne fue moderado, y de acuerdo con Mir (2018), lo que se busca de un producto a base de proteínas vegetales es que su sabor y textura puedan competir con los productos de carne.

Respecto a los sabores básicos evaluados, el sabor salado presentó un mayor puntaje representado como una ligera intensidad (4), seguido por la por el sabor umami (2,9) y finalmente sabor dulce (1,7). Para los atributos con los cuales se buscó caracterizar al producto como son el sabor y olor a champiñón, se presentaron intensidades reconocidas por los panelistas entre ligero y moderado.

En la Figura 4, se presenta el perfil sensorial radial para el producto análogo de carne.

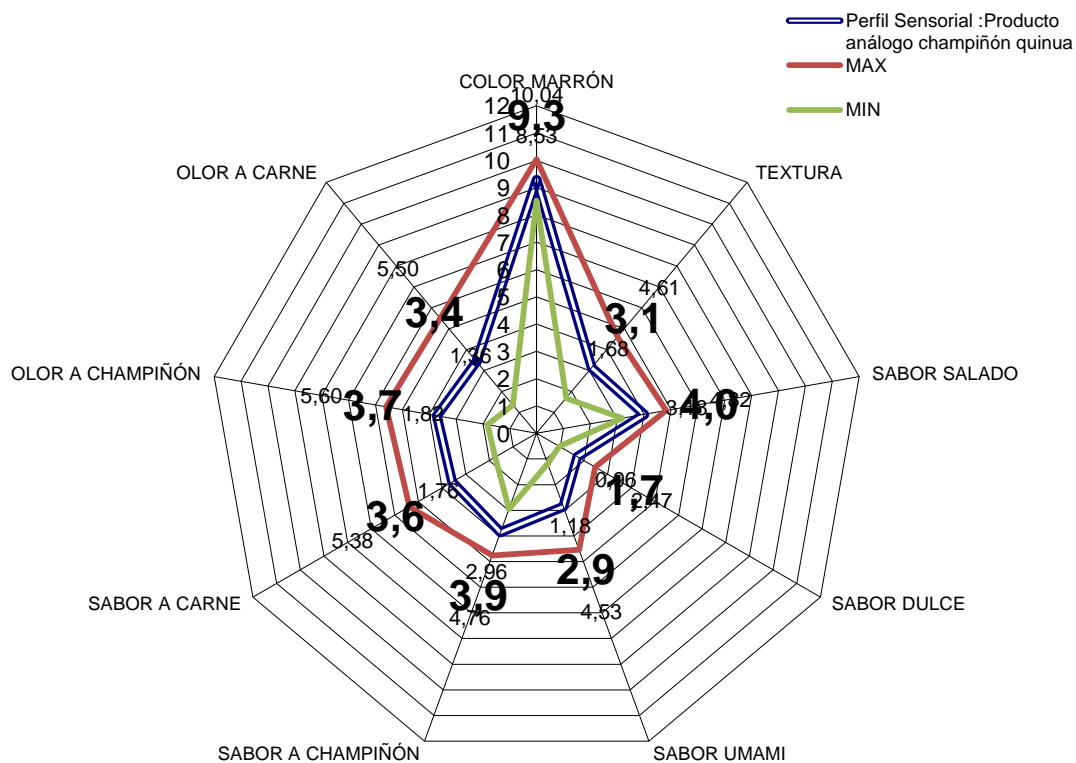


Figura 4. Perfil radial del producto análogo de carne.

A través de este análisis se identificó el desempeño del panel semi entrenado, información que consta en la Figura 5, donde se resaltó a través del color verde en la casilla CAL, los atributos donde existió uniformidad en el criterio de evaluación de los panelistas y en color rojo los atributos donde existe en los valores asignados.

Perfil Sensorial :Producto análogo champiñón quinua										
Identificación		Atributos								
lunes, 23 de abril de 2019		COLOR MARRÓN	TEXTURA	SABOR SALADO	SABOR DULCE	SABOR UMAMI	SABOR A CHAMPIÑÓN	SABOR A CARNE	OLOR A CHAMPIÑÓN	OLOR A CARNE
Juez	Sesión									
Santiago Paula	S1	10	3	5	2	1	3	4	4	6
Elizabeth Mosquera	S1	10	3	4	0	2	5	2	3	4
Diego Ayala	S1	8	1	5	2	6	3	4	1	3
Valeria Almeida	S1	9	5	4	2	3	4	2	2	1
M. Elisa Vásquez	S1	9	3	3	2	2	4	7	6	3
Raquel Salazar	S1	10	2	3	2	4	5	4	6	6
Emilia Vintimilla	S1	9	5	4	2	2	3	2	4	1
	PROM	9,3	3,1	4,0	1,7	2,9	3,9	3,6	3,7	3,4
	DS	0,76	1,46	0,82	0,76	1,68	0,90	1,81	1,89	2,07
	CAL	Bien	Fuera	Bien	Bien	Fuera	Bien	Fuera	Fuera	Fuera
	MAX	10,04	4,61	4,82	2,47	4,53	4,76	5,38	5,60	5,50
	MIN	8,53	1,68	3,18	0,96	1,18	2,96	1,76	1,82	1,36
	RANGO	2,0	4,0	2,0	2,0	5,0	2,0	5,0	5,0	5,0
	CV.	8,1%	46,6%	20,4%	44,1%	58,7%	23,3%	50,8%	50,9%	60,4%

Figura 5. Calificación a los atributos evaluados.

Para el análisis del desempeño del panel de evaluadores, se utilizó estadística paramétrica, medidas de tendencia central y varianza, información que se despliega en la Tabla 22.

Tabla 22

Desempeño del panel semi entrenado en la sesión de perfil de sabor

Atributo	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	Calibración del panel
Color marrón	9,3	0,76	8,1%	Bien
Textura	3,1	1,46	46,6%	Mal
Sabor salado	4,0	0,82	20,4%	Bien
Sabor dulce	1,7	0,76	44,1%	Bien
Sabor umami	2,9	1,68	58,7%	Mal
Sabor champiñón	3,9	0,9	23,3%	Bien
Sabor carne	3,6	1,81	50,8%	Mal
Olor champiñón	3,7	1,89	50,9%	Mal
Olor carne	3,4	2,07	60,4%	Mal

Al analizar los valores presentados, se evidencia que el panel requiere de más entrenamiento para lograr una mayor homologación en los valores de intensidad dada a los diferentes atributos del producto, ya que de acuerdo con Martínez-Arellano, Severiano-Pérez y Ponce-Alquicira (2009), para que el panel sensorial se considere entrenado, este debe presentar un CV menor o igual a 30; adicionalmente, según Almeida (2018b, pp. 1-2), el valor máximo para la calificación de un panel como óptimo para la desviación estándar debe alcanzar máximo 1, identificando para los mismos atributos que superan el valor recomendado de CV, valores de desviación estándar mayores a 1; parámetros como textura, sabor umami, sabor y olor a carne, y olor champiñón

fueron los parámetros que presentaron mayor dificultad para la definición de la intensidad ya que presentan mayor dispersión de datos.

Para la obtención de datos más precisos el panel debe conocer al detalle el producto que va a evaluar, el panel debe hablar el mismo lenguaje y se debe prevenir el sesgo. En el caso de la evaluación del producto análogo de carne se obtuvo una gran variabilidad en los datos, efecto del desconocimiento del panel con respecto al producto.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

El objetivo general planteado permitió identificar que cada uno de los hidrocoloides utilizados en la elaboración del producto análogo de carne aporta características físicas y sensoriales específicas como compactibilidad, humedad y textura en el producto terminado, las mismas que favorecen la aceptación por parte los panelistas evaluados.

El hidrocoloide CMC, proporcionó en el producto análogo de carne mayor textura y por consiguiente, la aceptación por parte del panel de evaluadores. Las muestras con goma xantana presentaron menor textura en el producto terminado, identificándola como muestras más blandas.

Las diferentes concentraciones de champiñón quinua empleadas en la formulación del producto análogo de carne proveen varios contenidos de proteína en el producto terminado. A pesar de que estas combinaciones no son significativamente diferentes; a través del diseño estadístico ANOVA, se pudo identificar que el tratamiento que provee de mayor aporte proteico, es el tratamiento T2, constituido por 33% champiñón + 50% quinua + 0,7% goma xantana.

La textura en el producto análogo de carne, juega un papel importante en la aceptación del producto por parte de los evaluadores. Mediante el estudio estadístico ANOVA, se encontró diferencias significativas tanto en el Factor A como en el Factor B, sin embargo, al realizar la prueba de medias se obtuvo el tratamiento T5 (33% champiñón + 50% quinua) elaborado con CMC, como el mejor tratamiento que ofrece la textura adecuada al producto terminado.

No existió diferencia significativa en cuanto a la preferencia del panel evaluador entre las muestras T2 y T5 presentadas, que fueron identificadas a través del análisis estadístico como las muestras representativas en cuanto a concentración champiñón-quinua y textura respectivamente. El tratamiento T5 con una aceptación de 62,5% del panel evaluador, presentó atributos de intensidad fuerte para el color marrón e intensidad ligera para la textura, sabor salado, sabor y olor champiñón; atributos que permitieron caracterizar y obtener aprobación del producto análogo de carne entre los degustadores. No obstante, se pudo resaltar que para ciertos panelistas existen ligeras notas de olor y sabor a carne en el producto análogo.

7.2. Recomendaciones

Con el objetivo de complementar esta investigación, para posteriores estudios, se recomienda que se evalúe el efecto de parámetros físico-químicos, tales como pH, tamaño de partículas, temperatura, higroscopicidad, concentración de sales; que se conocen influyen en las características reológicas de los hidrocoloides empleados en la elaboración del producto análogo de carne.

Tanto la quinua como el champiñón aportan con un contenido individual proteico similar en el producto terminado, sin embargo, se recomienda conocer el perfil de aminoácidos existente en la combinación de estos dos ingredientes, con la finalidad de identificar los aminoácidos sobresalientes, y obtener los aminoácidos esenciales.

La textura juega un papel importante en el grado de aceptación del producto análogo de carne, por lo que se sugiere que se investigue el efecto de mezclas de hidrocoloides en la textura final del producto, como pectina y goma xantana; gelatina y carragenina o alginato de sodio; goma de algarrobo y goma guar; goma guar, pectina y goma arábica, entre otros; con el objetivo de conseguir los valores más cercanos a la hamburguesa de carne molida, producto que busca sustituir.

Para obtener resultados óptimos en el perfil sensorial del producto análogo de carne, se debe seleccionar previamente al panel evaluador del producto. Asegurarse de contar con degustadores que opten habitualmente dentro de su menú diario por productos a base de proteína vegetal, lo que permitirá obtener resultados más representativos que servirán para caracterizar o mejorar los atributos sensoriales del producto final.

REFERENCIAS

- Al-Enazi, M., El-Bahrawy, A., y El-Khateeb, M. (2012). *In vivo Evaluation of the Proteins in the Cultivated Mushrooms*. Recuperado el 13 de marzo de 2019 de <https://www.longdom.org/open-access/in-vivo-evaluation-of-the-proteins-in-the-cultivated-mushrooms-2155-9600.1000176.pdf>
- Almeida, V. (2018a). *Sabores básicos*. Quito, Ecuador: Universidad De Las Américas.
- Almeida, V. (2018b). *Selección de jueces y análisis de datos*. Quito, Ecuador: Universidad De Las Américas.
- AOAC INTERNATIONAL (2005). *Official Method 991.20. Nitrogen (Total) in Milk. Kjeldahl Methods*. Recuperado el 18 de abril de 2019 de https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx .
- Biodiversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. (2013). *Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd) y sus parientes silvestres*. Recuperado el 22 de febrero de 2019 de <http://www.fao.org/3/aq658s/aq658s.pdf>
- Bourne, M. (2002). *Food Texture and Viscosity*. Recuperado el 13 de abril de 2019 de https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=S2HNNvSOuf8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=Food+texture+and+viscosity&ots=u_MNpIUvXu&sig=fypWv49cD4dXksY849Xc5X5-sMA#v=onepage&q=Food%20texture%20and%20viscosity&f=false.
- Carvajal, A. (2018). *Manual de Nutrición y Dietética*. Recuperado el 1 de marzo de 2019 de <https://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>
- Carvajal, L., Ospina, N., Martínez, O., Ramírez, L., Restrepo, C., Adarve, S., y Restrepo, S. (2008). *Evaluación de textura a cinco cortes de carne de res conservados por esterilización en envase de hojalata*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a05.pdf>

- Choi, S. (2013). *Sensory Evaluation*. Recuperado el 23 de enero de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/266394611_Sensory_Evaluation
- Dirección de Censos y Demografía. (2005). *Estimación e interpretación del coeficiente de variación de la encuesta COCENSAL*. Recuperado el 15 de abril de 2019 de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf
- Durán, L. (2001). *Aditivos naturales*. Recuperado el 19 de diciembre 2018 de DOI: 10.3989/arbor.2001.i661.824
- Espinosa Manfugás, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- Feeney, M., Miller, A., y Roupas, P. (2014), *Mushrooms-Biologically distinct and nutritionally unique*. Recuperado el 5 de febrero de 2019 de DOI: 10.1097/NT.0000000000000063
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *Food and agriculture data*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2010), *Metodología de la investigación*. México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Jinder, D., Dhar, S., Parashar, A. y Gupta, S. (2017). *Quinoa World's most nutritious crop*. Recuperado el 17 de febrero de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/316511579_Quinoa-World's_most_nutritious_crop
- KIND Healthy Snack (2019). *10 Healthy Snack Trends for 2019*. Recuperado el 03 de mayo de 2019 de https://www.nutraceuticalsworld.com/contents/view_slideshows/2018-12-04/10-healthy-snack-trends-for-2019/1144#slideshowimage_1
- Katzbauer, B. (1998) *Properties and applications of xanthan gum. Polymer Degradation and Stability*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391097001808>

- Manson, R., y Nottingham S., (2002), *Sensory Evaluation Manual*. Recuperado el 30 de abril de 2019 de https://www.researchgate.net/profile/Aly_Abdel-Moemin3/post/hi_i_want_to_know_the_sensory_evaluation_of_food_items_for_my_research_work_what_is_the_exact_procedure/attachment/59d633e879197b8077991952/AS%3A376827064406016%401466853981385/download/8940001-Sensory-Evaluation-Manual.pdf
- Mariotti, F., Tomé, D., y Mirand, P. (2008). *Converting Nitrogen into Protein-Beyon 6.25 and Jones's Factor*. Recuperado el 31 de marzo de 2019 de DOI: 10.1080/10408390701279749
- Marsh, K. A., Munn, E. A., Baines, S. K. (2012). *Protein and vegetarian diet*. Recuperado el 17 de febrero de 2019 de DOI: 10.5694/mja11.11492
- Martínez-Arellano, I., Severiano-Pérez, P. y Ponce-Alquicira, E. (2009). *Selección y entrenamiento de un panel para la evaluación sensorial de carne*. Recuperado el 19 de febrero de 2019 de http://memorias-coloquio-carnes-2009.yolasite.com/resources/CNCTC09-23.%20SELECCI%C3%93N%20Y%20ENTRENAMIENTO%20DE%20UN%20PANEL%20PARA%20LA%20EVALUACI%C3%93N%20SENSORIAL%20DE%20CARNE.pdf?_sm_au_=iVV7VnQ8TsVv1sZ7.
- Milani, J., y Maleki, G. (2012). *Hydrocolloids in food industry*. Recuperado el 31 de marzo de 2019 de <https://www.intechopen.com>
- Mir, S. (2018). *From Plant to Plate*. Recuperado el 26 de febrero de 2019 de <https://www.preparedfoods.com/>
- Moya, J. (2002). *Variación estacional del perfil nutritivo y digestibilidad in situ de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro, del follaje de ocho especies arbustivas del noeste de México*. Recuperado el 07 de abril de 2019 de <http://eprints.uanl.mx/5111/1/1080124448.PDF>
- Nussinovitch, A. (1997). *Hydrocolloid Applications*. Recuperado el 02 de mayo de 2019 de <https://www.springer.com/gp/book/9780412621208>
- Pasquel, A. (2010). *Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos*. Recuperado el 06 de febrero de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/268046977_Gomas_Una_aproximacion_a_la_industria_de_alimentos

- Pavan Kumar, Chatli M., Nitin Mehta, Parminder Singh, Malav, O., y Verma (2017). *Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes*. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de DOI: 10.1080/10408398.2014.939739
- PRNewswire. (2018). *Global Mushroom Market 2018-2026: The Market is Expected to Grow at a CAGR of 7.9%*. Recuperado el 6 de febrero de 2019 de <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-mushroom-market-2018-2026-the-market-is-expected-to-grow-at-a-cagr-of-7-9-300712332.html>
- Revista Líderes. (2015). *Carne vegetariana para cualquier paladar*. Recuperado el 17 de enero de <https://www.revistalideres.ec/lideres/carne-vegetariana-paladar.html>
- Rodríguez Sandoval, E., Sandoval Aldana, A., y Ayala Aponte, A. (2003). *Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos*. Recuperado el 13 de abril de 2019 de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/download/6179/7703/> .
- Ruales Nájera, J. (2018). *Quinoa. Papel de los Cereales y los Pseudocereales en la Seguridad Alimentaria*. Bogotá, Colombia: International Life Science Institute Nor-Andino.
- Saha, D., y Bhattacharya, S. (2010). *Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review*. Recuperado el 13 de abril de 2019 de DOI: 10.1007/s13197-010-0162-6
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (2016). *Norma general para los aditivos alimentarios*. Recuperado el 30 de abril de 2019. http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen-codex_192.pdf
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., y Berghofer, E. (2008). *Pseudocereals. Gluten-free cereal products and beverages*. (1^a. ed) London, UK: Academic Press.
- Sidley Chemical (2013). *Properties of Sodium Carboxymethyl Cellulose*. Recuperado el 13 de marzo de 2019 de

- <https://celluloseether.com/carboxymethyl-cellulose-properties-cmc-viscosity/>
- United States Department of Agriculture. (2018). *USDA Food Composition Databases*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
- Vega, C., (2008). *Un nuevo consumidor que exige innovación*. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de <http://www.alimentosecuador.com/2018/11/27/un-nuevo-consumidor-que-exige-innovacion/>
- Vilcacundo, R., y Hernández-Ledesma B. (2017). *Nutritional and biological value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. Recuperado de 01 de abril de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/311449256_Nutritional_and_biological_value_of_quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd
- Vinhal Costa Orsine, J., Vinhal Da Costa, R., y Carvalho Garbi Novaes, R. (2012). *Mushrooms of the generus Agaricus as functional foods*. Recuperado el 27 de marzo de 2019 de DOI:10.3305/nh.2012.27.4.5841
- Wang, J., Li, W., Li, Z., Wu, W., y Tang, X. (2018). *Analysis and evaluation of the characteristic taste components in Portobello mushroom*. Recuperado el 10 de febrero de 2019 de DOI: 10.1111/1750-3841.14165
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., Elias, L. G. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation*. Recuperado el 23 de febrero de 2019 de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/2844/IDL-2844.pdf?sequence=1>
- Williams, P., y Phillips, G. (2000). *Introduction to food hydrocolloids. Handbook of hydrocolloids*. Recuperado el 15 de enero de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/279426644_Introduction_to_food_hydrocolloids
- Winterboer, A., Eicker, A., y Wehmeyer, A. S. (1983). *A preliminary report on the nutrient of Coprinus comatus*. Recuperado el 8 de marzo de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/307799041_A_preliminary_report_on_the_nutrient_content_of_Coprinus_comatus

ANEXOS

Anexo 1.

Encuesta para la prueba de comparación pareada/preferencia

Nombre _____ Fecha _____

Ud. ha recibido dos muestras codificadas como 216 y 574, para evaluarlas debe probarlas de izquierda a derecha.

Por favor enjuagar su boca antes de probar cada una de las muestras.

¿Cuál muestra es la que usted prefiere? Marque con una X junto al número de la muestra seleccionada.

Muestra	Preferencia
216	
574	

¿Por qué la eligió? _____

Comentarios _____

Gracias!!

Anexo 2.

Encuesta para la prueba de perfil de sabor

Perfil Sensorial **PRODUCTO ANALOGO CHAMPIÑÓN-QUINUA**

0: Es nada
 1-2: Muy ligero
 3-4: Ligero
 5: Moderado
 6-7: Bastante
 8-9: Mucho /Alto
 10: Muy alto/Puerte

Panelista _____ Fecha _____

Atributos	0 NADA	1	2	3	4	5 MODERADO	6	7	8	9	10 FUERTE
COLOR MARRÓN	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
TEXTURA	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
SABOR SALADO	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
SABOR DULCE	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
SABOR UMAMI	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
SABOR A CHAMPIÑÓN	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
SABOR A CARNE	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
OLOR A CHAMPIÑÓN	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
OLOR A CARNE	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										

OBSERVACIONES

.....

[Gracias por tu ayuda]

Anexo 3.

Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a varios niveles de probabilidad para pruebas de preferencia por pares (dos colas, $p=1/2$)

Número de ensayos (n)	Niveles de probabilidad						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
7	7	7	7	7			
8	8	8	8	8	8		
9	8	8	9	9	9	9	
10	9	9	9	10	10	10	
11	10	10	10	10	11	11	11
12	10	10	11	11	11	12	12
13	11	11	11	12	12	12	13
14	12	12	12	12	13	13	14
15	12	12	13	13	13	14	14
16	13	13	13	14	14	14	15
17	13	14	14	14	15	15	16
18	14	14	15	15	15	16	17
19	15	15	15	15	16	16	17
20	15	16	16	16	17	17	18
21	16	16	16	17	17	18	19
22	17	17	17	17	18	18	19
23	17	17	18	18	19	19	20
24	18	18	18	19	19	20	21
25	18	19	19	19	20	20	21
26	19	19	19	20	20	21	22
27	20	20	20	20	21	22	23
28	20	20	21	21	22	22	23
29	21	21	21	22	22	23	24
30	21	22	22	22	23	24	25
31	22	22	22	23	24	24	25
32	23	23	23	23	24	25	26
33	23	23	24	24	25	25	27
34	24	24	24	25	25	26	27
35	24	25	25	25	26	27	28
36	25	25	25	26	27	27	29
37	25	26	26	26	27	28	29
38	26	26	27	27	28	29	30
39	27	27	27	28	28	29	31
40	27	27	28	28	29	30	31
41	28	28	28	29	30	30	32
42	28	29	29	29	30	31	32
43	29	29	30	30	31	32	33

Tomada de Espinosa Manfugás, 2007, p. 107

