



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ARTÍCULO CIENTÍFICO

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA DE CHAMPIÑÓN BLANCO *Agaricus bisporus* Y AVENA PARA EL DESARROLLO DE UN NUGGET VEGETAL

Autor: Alex Xavier Ipiales Sandoval

Director: Ing. Holguer Pineda, MBA.

Asesores: Ing. Ángel Satama, MSc.

Ing. Carla Sandoval, MSc.

Dra. Lucía Toromoreno MSc.

Ibarra - Ecuador

2018

Lugar de investigación: Provincia de Imbabura

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Ipiales Sandoval

NOMBRES: Alex Xavier

C. CIUDADANIA: 172397575 – 9

EDAD: 25 Años

TELEFONO CELULAR: 0989747068

CORREO ELECTRÓNICO: xavixho_10@hotmail.com

DIRECCIÓN: Ibarra – Ciudadela Los Rosales – Calle Vicente Rocafuerte 21 – 55 y Tobías Mena.

AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

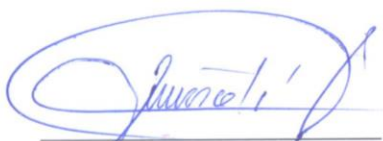
Fecha: 02 – 05 – 2018

IPIALES SANDOVAL, ALEX XAVIER. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA DE CHAMPIÑÓN BLANCO *Agaricus bisporus* Y AVENA PARA EL DESARROLLO DE UN NUGGET VEGETAL / TRABAJO DE GRADO, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra, EC, 02 de mayo del 2018

DIRECTOR: Ing. Holguer Pineda, MBA.

La presente investigación tuvo como objetivo principal, desarrollar y evaluar un nugget vegetal de champiñón blanco *Agaricus bisporus* con avena.

Ibarra, 02 de mayo del 2018



Ing. Holguer Pineda

DIRECTOR DE TESIS



Alex Ipiales

AUTOR

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA DE CHAMPIÑÓN BLANCO *Agaricus bisporus* Y AVENA PARA EL DESARROLLO DE UN NUGGET VEGETAL

RESUMEN

El Champiñón Blanco *Agaricus bisporus* es un hongo con propiedades nutricionales y funcionales muy importantes. La perecibilidad de este hongo por su alto contenido de agua permitió buscar una alternativa y permitió utilizar la avena *Avena sativa* y aprovechar sus propiedades nutricionales como la fibra soluble y en la que sobresale los B-glucanos con un 85% de la fracción soluble, ya que son excelentes atrapadores y ligadores de agua, por lo que el objetivo fue desarrollar y evaluar un nugget vegetal de champiñón blanco *Agaricus bisporus* mezclado con avena.

En el presente estudio se evaluaron diferentes porcentajes de champiñón mezclado con dos tipos de granulometría de avena y empleando dos tiempos de mezclado para obtener el nugget vegetal. Se trabajó con Diseño completo al azar con tres factores: porcentaje de mezcla entre champiñón y avena, granulometría de la avena y el tiempo de mezclado.

Los efectos se determinaron mediante análisis físicos químicos de (humedad, pH y textura) en la masa, y de (humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos), además de un análisis del perfil de textura y organolépticos que se realizaron al producto final.

Los resultados de la masa demostraron que los tratamientos en cuya fórmula se empleó el 75 % de champiñón blanco con el 25% de avena presentaron una mayor similitud de contenido de humedad, pH y textura en relación a la masa del nugget de carne de pollo.

Los resultados del producto final identificaron en el nugget de pollo un alto contenido de cenizas, grasa, proteína, fibra y un menor

contenido de humedad y carbohidratos totales en relación a los nuggets vegetales que presentaron un menor contenido de cenizas, grasa, proteína, fibra y mayor contenido de humedad y carbohidratos totales.

La evaluación sensorial del producto final, identificó al tratamiento uno (T1) (champiñón blanco 90% - avena hojuela 10%, cinco minutos) como el mejor de acuerdo al atributo del sabor, ya que tuvo la mayor aceptación por parte del panel de degustadores.

En conclusión, los nuggets vegetales de champiñón con avena se presentan como alternativa de consumo deliciosa, nutritiva rica en fibra, bajo en grasa y de fácil preparación.

SUMMARY

The White Mushroom *Agaricus bisporus* is a fungus with very important nutritional and functional properties. The perishability of this fungus due to its high water content made it possible to look for an alternative and allowed the use of *Avena sativa* oats and take advantage of its nutritional properties such as soluble fiber and in which the B-glucans stand out with 85% of the soluble fraction. They are excellent catchers and water binders, so the objective was to develop and evaluate a vegetable mushroom nugget *Agaricus bisporus* mixed with oats.

In the present study, different percentages of mushrooms mixed with two types of oat granulometry were evaluated and two mixing times were used to obtain the vegetable nugget. We worked with complete design at random with three factors: percentage of mixture between mushrooms and oats, granulometry of oats and mixing time.

The effects were determined by physical chemical analysis of (humidity, pH and texture) in the mass, and of (moisture, ash, fat, protein, fiber and carbohydrates), as well as an analysis of the texture and organoleptic profile that were made Final product.

The results of the dough showed that the treatments in whose formula 75% of white mushrooms were used with 25% of oats presented a greater similarity of moisture content, pH and texture in relation to the mass of the chicken nugget.

The results of the final product identified in the chicken nugget a high content of ash, fat, protein, fiber and a lower content of moisture and total carbohydrates in relation to the vegetable nuggets that presented a lower content of ash, fat, protein, fiber and higher moisture content and total carbohydrates.

The sensory evaluation of the final product, identified the treatment one (T1) (white mushroom 90% - oat flake 10%, five minutes) as the best according to the flavor attribute, since it had the highest acceptance by the panel of tasters .

In conclusion, vegetable mushroom nuggets with oats are presented as an alternative to delicious, nutritious, fiber-rich, low-fat and easy-to-prepare food.

PALABRAS CLAVE

Champiñón blanco, avena, nuggets, vegetal, textura.

KEY WORDS

White mushroom, oats, nugget, vegetable, textural properties

INTRODUCCIÓN

El champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) es conocido a nivel mundial por su capacidad de sustituir a la carne por su composición nutricional organoléptica, además que es orgánico y se considera como un alimento ortomolecular (Xingyuan, Taoying, Quansheng, Huide, & Baoqing, 2015). Este hongo constituye una gran alternativa de consumo debido a que es una fuente significativa de nutrientes importantes para la

dieta humana, el hongo fresco contiene (2-5) % de proteínas y su valor nutricional es (4-12) veces más que las frutas y vegetales, contiene aminoácidos necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo humano como el triptófano, lisina, treonina, metionina, isoleucina, fenilalanina y valina, además de vitaminas B1, B2, nucleótidos, ácido nicotínico, ácido fólico. Su consumo puede contribuir en la curación de heridas, en la reducción de la cantidad de grasa presente en la sangre y además podría impedir la aparición de tumores y cáncer debido a los polisacáridos que posee, medicamentos producidos con este hongo resulta eficaz en el tratamiento de hepatitis (Xingyuan, et al. 2014).

En el Ecuador, la producción de champiñones alcanza los 1,6 millones de kilogramos al año y el consumo per cápita es 160 gramos, por tal motivo se trata de aprovechar el champiñón blanco y darle un valor agregado (Narváez, 2008).

El propósito de la investigación fue industrializar y dar un valor agregado al champiñón blanco y proponerlo como alternativa en relación al consumo de carne animal, como un alimento tipo “Nugget Vegetal”, utilizando una mezcla de champiñón blanco y avena como materia prima principal y además harina, aditivos y cubierto con un empanizado.

En la actualidad, la agroindustria se enfoca mayormente en producir alimentos de buena calidad y que no tengan efectos negativos en la salud del consumidor, esto exige que las industrias de alimentos vayan innovando nuevos productos, apliquen nuevas tecnologías de proceso y se desarrollen de acuerdo a las normas y parámetros de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para que puedan mantenerse compitiendo en los mercados. Por tanto, el impacto en la sociedad que tendrá el nugget de champiñón blanco, será una gran alternativa para personas que no gustan del consumo de carne, como los vegetarianos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar y evaluar un nugget vegetal de champiñón blanco *Agaricus bisporus* con avena.

Objetivos Específicos

- Desarrollar las mezclas de champiñón blanco y avena para obtener el nugget vegetal.
- Evaluar las características Físico-Químicas (análisis proximal) de las mezclas desarrolladas para cada uno de los tratamientos.
- Evaluar mediante un análisis sensorial las mezclas desarrolladas para obtener el producto final con mayor aceptabilidad.
- Realizar un análisis microbiológico del producto final con mayor aceptabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra

El champiñón blanco *Agaricus bisporus*, fue adquirido de la empresa INVEDELCA C.A., se trabajó con champiñón rebanado de la mejor calidad tipo A, con diámetro de sombrero entre 5 y 6 cm, con un grosor de rebanado de 2-3 mm. El hongo fue limpiado con agua potable, escaldado en agua a 85-90 °C y blanqueado con sal y ácido cítrico, en proporción 1 y 0.05%, respectivamente. Posteriormente, se llevó a enfriamiento en agua a temperatura ambiente para parar la cocción, y finalmente se conservó en refrigeración a temperatura de -7 °C para luego incorporar en la formulación del nugget.

Métodos

Se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$, con tres factores de estudio, A con dos niveles y

representa los porcentajes de mezcla entre champiñón blanco y avena, B con dos niveles y representa la granulometría de la avena en hojuela y avena molida, C con dos niveles y representa el tiempo de mezclado en el cutter y el Tratamiento Testigo comercial de pollo, obteniendo 9 tratamientos, por cada tratamiento se realizó tres repeticiones, resultando 27 unidades experimentales.

Métodos de Evaluación Física en la Masa.

Determinación de humedad

Se determinó en base a la norma AOAC 925.10 y correspondió al porcentaje de humedad de la masa. Se utilizó el analizador de humedad (modelo PMB 53) cuyos parámetros de evaluación son: temperatura 125°C, sensibilidad de peso 0.02 gramos por 90 segundos. La muestra tomada de cada tratamiento fue de 3 ± 0.01 gramos.

% Humedad = $((\text{masa inicial} - \text{masa seca}) / \text{masa inicial})$

Determinación del pH

Se utilizó para su medición el pH-metro GHM-GREISINGER (modelo GMH 3500) con sonda de penetración de cuchilla, calibrado con un buffer de pH 4, 7 y 10. Donde se pesó 50 g de muestra de la masa para nugget y se utilizó agua destilada para lavar la sonda después de medir cada tratamiento.

Determinación de textura

La textura de la masa para nugget se determinó mediante el texturómetro (modelo EZ-9X). El equipo mide la dureza y deformación de la masa. Se pesó 50 gramos de muestra y fue sometida a pruebas de compresión en sentido longitudinal polo a polo con una aguja de punzamiento a una velocidad de 2 mm/s por 30 mm de desplazamiento en todas las muestras.

Evaluación Físico-Química del Producto Final

Determinación de Humedad

Se determinó, según lo estipulado en la norma NTE INEN ISO 1442. Con la finalidad de conocer el porcentaje de humedad que se encuentra en los nuggets.

$\% \text{ Humedad} = ((\text{masa inicial} - \text{masa seca}) / \text{masa inicial})$

Determinación de Cenizas

Se determinó según el método de la norma NTE INEN 786.

Determinación de Grasa

Se realizó según las especificaciones de la norma NTE INEN 1443. Este análisis se lo realizó desde el punto de vista nutricional.

Determinación de Proteína

Se determinó según el método de la norma NTE INEN 781.

Determinación de Fibra

Se realizó según las especificaciones de la norma PEE/B/05, la cual tiene por objeto determinar la fracción fibrosa del alimento.

Determinación de Carbohidratos

Se realizó por medio del cálculo por diferencia de los análisis anteriores de: proteína, grasa, fibra, humedad y cenizas.

Determinación del perfil de Textura (TPA)

Las propiedades de textura se evaluaron mediante el texturómetro (modelo EZ-9X Zhimadzu). Se aplicó el método descrito por (Bourne, 1978) citado por (Arun, et al., 2013) (Devatkal, et al., 2014) (Luckose, et al., 2015). La prueba del TPA consistió en simular una mordida humana.

Se realizó una prueba de doble ciclo de compresión. Se obtuvo núcleos centrales de tamaño uniforme de cada nugget (1.5 cm² x 1.2 mm de altura), las muestras se trabajaron a temperatura ambiente (18-20)°C. Cada

muestra se comprimió hasta el 85% de la altura original con una sonda de cilindro de aluminio de 3 cm de diámetro. La fuerza de disparo utilizada para la prueba fue de 50 N con una velocidad de prueba de 2 mm/s. La medición de los parámetros se estimó mediante el software para análisis de textura TRAPEZIUM X.

Los parámetros determinados fueron: dureza (N), es la fuerza máxima requerida para comprimir la muestra, la elasticidad (cm), es la capacidad de la muestra para recuperar su forma original después de la deformación, la cohesividad, extensión a la que la muestra podría deformarse antes de la ruptura (A2 / A1), A2 es la fuerza máxima requerida para la primera compresión y A1 siendo la fuerza máxima requerida para la segunda compresión y la masticabilidad (Ncm), es la fuerza requerida para masticar la muestra para tragar (elasticidad x dureza x cohesividad).

Evaluación Sensorial

Se trabajó con un panel de 14 degustadores no entrenados de la empresa productora de Champiñones Güipi INVEDELCA C.A.

Se presentaron las nueve muestras a cada uno de los 14 panelistas. Las muestras fueron preparadas en una Freidora Industrial a 180°C por 4-5 minutos. Los jueces usaron un cuchillo dentado y un tenedor, agua como medio de neutralización y las fichas de respuesta.

Se evaluó utilizando el test de escala hedónica de 1 a 5 puntos; correspondiendo el 5, a me gusta mucho y al valor 1, disgusta mucho. Se explicó a los panelistas sobre las características de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Y la información recolectada se analizó mediante la prueba de Friedman al 5%.

Evaluación Microbiológica del Producto Final de Mayor Aceptación.

Recuento de aerobios mesófilos(UFC/g)

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 989.10

Recuento de Escherichia coli (UFC/g)

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 989.10

Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)

Se determinó según el método señalado en la norma AOAC 997.02

Recuento de Salmonella

Se determinó según el método señalado en la norma NTE-INEN 1529-15.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las características físicas analizadas en la masa fueron humedad, pH y textura y de acuerdo a la Tabla 12 se identificó que los nuggets vegetales presentaron características similares a la masa del nugget comercial de pollo.

Tabla 1. Resumen de resultados evaluados en la masa de los tratamientos

	Humedad (%)	pH	Textura (g^f)
T1	78.56±0.64ab	6.14±0.03 a	19.39±0.53 bc
T2	79.77±0.31a	6.13±0.03 a	17.50±0.53 bc
T3	76.06±1.13c	6.12±0.06 ab	17.40±3.55 bc
T4	76.94±1.03bc	6.14±0.03 a	16.21±3.01 c
T5	67±0.17d	5.96±0.02 e	31.01±4.19 a
T6	67.34±0.14d	6.04±0.01 bcd	23.27±4.44 abc
T7	67.22±0.38d	5.99±0.03 de	24.62±1.36 ab
T8	67.33±0.15d	6.02±0.01 cde	23.63±3.16 abc
Testigo	67.91±0.61d	6.09±0.02 abc	27.77±0.62 a

Elaboración: El Autor

Los valores de humedad reportados en la Tabla 22, son similares a los estudios realizados en algunos tipos de formulaciones de masa o emulsiones para realizar nuggets de pollo enriquecidos con ingredientes adicionales o con valor agregado, entre los

más relevantes mencionamos a los siguientes trabajos: por Arun et al., (2013) reportó un valor de 67,01%, Singh et al., (2016) reportaron valores entre 63.11% y 65.22% y también Rajkumar et al., (2016) que reportó un valor de 68,09%.

De acuerdo a los valores de pH reportados en la Tabla 29, se encontró resultados similares en los estudios realizados por los siguientes autores: Bonato et al., (2006) reportó un valor de 6.03, Arun et al., (2013) que reportó un valor de 6.31, Singh et al., (2016) reportaron valores de (6.02, 6.08, 6.00 y 6.03) y además en el trabajo de Rajkumar et al., (2016) el cual reportó un valor de 6,37.

Los valores de menor dureza, es decir, más suaves o blandos se identificaron en los tratamientos T1, T2, T3 y T4, en estos cuatro tratamientos se trabajó con la formulación de mezcla de 90% de champiñón con 10 % avena.

Tabla 2. Resumen de resultados del Análisis Físico Químico del Producto Final

	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
T1	68.36 ±0.22 e	2.39±0.02 a	5.47±0.22 a	5.57±0.13 ab	1.19±0.03 a	17.03±0.14 b
T2	68.67±0.11 e	2.43±0.01 ab	5.47±0.41 a	5.57±0.12 abc	1.19±0.06 a	16.68±0.37 b
T3	68.11±0.42 de	2.47±0.03 ab	5.87±0.15 a	5.47±0.21 a	1.40±0.06 abc	16.69±0.46 b
T4	66.57±0.77 d	2.5±0.09 abc	6.12±0.18 a	6.20±0.33 bc	1.36±0.1 ab	17.27±0.58 b
T5	58.15±0.38 b	2.44±0.02 ab	7.36±0.32 b	6.34±0.09 d	1.71±0.07 cde	24.01±0.1 c
T6	58.1±0.97 b	2.59±0.05 c	7.09±0.18 b	6.56±0.18 d	1.61±0.13 bcde	24.06±0.79 c
T7	60.45±0.39 c	2.54±0.01 bc	5.58±0.1 a	6.56±0.12 d	1.44±0.17 abc	23.45±0.51 c
T8	59.74±0.68 c	2.54±0.03 bc	7.26±0.13 b	6.25±0.02 cd	1.43±0.16 abc	22.79±0.66 c
Testigo	52.65±0.29 a	3.75±0.04 d	18.06±0.52 c	12.59±0.53 e	1.81±0.19 de	11.14±0.52 a

Elaboración: El Autor

Los valores de contenido de humedad reportados en este estudio concuerdan conforme a los resultados de los trabajos de (Acevedo, 2004) con 71% en nuggets de pollo liviano en calorías y con calcio, también (Arun, Rajkumar, Banerjee, Biswas, & Arun, 2013) en el trabajo de nuggets de carne de oveja, reportaron valores entre 66.49 ± 0.15 y 67.98 ± 0.24 por ciento, (Tanwar, Kumar, Raja, Kamal, & Dua, 2016) en su trabajo de nuggets de pollo fortificados con *Bacopa monnieri L.* mostró valores en un rango de 61.37 ± 0.665 % hasta 61.96 ± 0.529 % de humedad. De igual manera (Kaur, Kumar, & Bhat, 2015) en los nuggets de pollo enriquecidos con harina de tomate con valores de entre 60.3 ± 0.9 y 62.5 ± 0.3 % de humedad, en el mismo estudio realizan nuggets de pollo enriquecidos con Promegranato en polvo y reporta valores de entre 59.8 ± 1.0 y 62.5 ± 0.7 % de humedad. En el estudio de (Pal Singh, Pathak, Khumar, Sharma, & Ojha, 2016) desarrollando nuggets de pollo de diferentes razas reportaron valores entre 57.21 ± 0.20 y 60.25 ± 0.20 % de humedad.

Los valores de contenido de cenizas obtenidos en este trabajo concuerdan con los resultados reportados por los siguientes estudios, (Pal Singh, Pathak, Khumar, Sharma, & Ojha,

2016) en el desarrollo de nuggets de pollo de diferentes razas y encontraron valores en un rango de 1.59 ± 0.05 hasta 2.83 ± 0.06 por ciento. De igual manera en el trabajo de (Kaur, Kumar, & Bhat, 2015) sobre el desarrollo de nuggets de pollo enriquecidos con fibra con un valor de 2.9 ± 0.3 % en la muestra de control. Además, del estudio de (Arun, Rajkumar, Banerjee, Biswas, & Arun, 2013) en nuggets de carne de oveja incorporando harina de guava para elevar su capacidad antioxidante se reportó valores de 2.65 ± 0.01 %.

Los tratamientos donde se utiliza champiñón blanco con avena, reportaron los valores más bajos de grasa entre 5.47 ± 0.22 % y 7.36 ± 0.32 %. En cambio, el tratamiento testigo que es el nugget de carne de pollo comercial mostró un valor alto de 18.06 ± 0.52 % comparado con los anteriores. La sustitución del porcentaje de carne de pollo por la mezcla de champiñón blanco y avena en la formulación, contribuyó a obtener un producto bajo en grasa, y los resultados se atribuyó mayormente al 6.8% de grasa de la avena, que al 0.3% de grasa del champiñón blanco donde su aporte no es muy representativo. Con respecto a estos valores se reportaron resultados similares en el trabajo de (Tipán & Ushiña, 2012) donde elaboraron una salchicha

de champiñón blanco y portabelo y reportaron valores de 3.57% y 3.88% de grasa.

Conforme a los valores presentados en la Tabla 59 se reportaron resultados similares en el estudio de (Polizer, Pompeu, Hirano, Freire, & Trindade, 2015) quienes utilizaron diferentes porcentajes de fibra de alverja para sustituir parcialmente la carne de pollo y elaborar nuggets, donde encontraron valores diferentes de proteína en sus tratamientos, en la muestra control o testigo reportó el 17.41 ± 0.003 %, mientras que en la muestra donde se reemplazó el 10% de carne por el 2% de fibra de alverja y 8% agua reportó el 14.33 ± 0.005 %, esta sustitución tuvo un efecto significativo en el producto final.

Con respecto a la variable de fibra cruda los tratamientos estudiados donde se utilizó la mezcla de champiñón blanco con avena presentaron valores entre 1.19 ± 0.03 % y 1.71 ± 0.07 %, estos resultados vienen dados netamente por todo el alimento, a diferencia del tratamiento testigo comercial de pollo que presentó un valor de 1.81 ± 0.19 %, donde el porcentaje de fibra es representado solamente por la capa de cobertura o apanadura.

Los valores de carbohidratos totales obtenidos en este trabajo concuerdan con los resultados reportados por el trabajo de (Polizer, Pompeu, Hirano, Freire, & Trindade, 2015) en el desarrollo de nuggets de pollo con remplazo parcial de carne y grasa por fibra de alverja y reportó un valor de 19.16 ± 0.009 % en el tratamiento control, mientras que en el tratamiento donde se redujo el 10% de carne y se adicionó el 2% de fibra de alverja y se añadió el 8% de agua, reportó un valor de 21.84 ± 0.033 por ciento, el aumento de carbohidratos se identificó claramente por el aumento de los almidones de la fibra de alverja.

Análisis del Perfil Textura

Las variables de textura evaluadas a través del TPA se enfocan principalmente en seis variables, se trabajó de acuerdo a los criterios de los estudios realizados por (Devatkal, Anurag, Jaganath, & Rao, 2014) (Hleap & Velasco, 2010) y (González, Alvis, & Arrázola, 2015).

Las propiedades de textura de los nuggets de champiñón con avena y los nuggets de pollo comerciales se presentan a continuación.

Parámetros	T1	Testigo
Dureza (N)	32.34 ± 0.43 b	43.45 ± 0.09 a
Adhesividad (gf.m)	-0.20 ± 0.015 ab	-0.17 ± 0.025 a
Elasticidad	0.57 ± 0.01 bc	0.69 ± 0.02 a
Masticabilidad (N)	30.08 ± 1.52 a	24.99 ± 1.52 b
Cohesividad	1.64 ± 0.05 a	0.82 ± 0.06 c
Gomosidad (N)	52.95 ± 2.17 a	35.91 ± 2.78 b

Dureza

Conforme a la prueba Tukey 5% de la Tabla 29 de la variable dureza, el tratamiento testigo comercial de pollo no demostró una diferencia significativa con la mayoría de tratamientos donde se utilizó la mezcla de champiñón y avena encontrando valores entre 38.05 N y 43.45 N a excepción del tratamiento T1 que presentó un valor de dureza menor de 32.34 N.

(Devatkal, Anurag, Jaganath, & Rao, 2014) reportó un resultado similar desarrollando nuggets tratados con alta presión, donde la dureza de la muestra control no fue significativamente diferente con las muestras tratadas a alta presión.

Cohesividad

De acuerdo a la Prueba Tukey 5% de la Tabla 29, los valores de cohesividad demostraron un efecto significativo para todos los tratamientos. La cohesividad indica la tendencia a estar más unido el producto y su

menor tendencia a desintegrarse debido a una acción mecánica.

El tratamiento T1 mostró un mayor valor de cohesividad, este resultado puede ser debido a que en este tratamiento se utilizó un mayor porcentaje de champiñón escaldado, de acuerdo a lo expuesto por (Taiwo y Baik, 2007) citados por (González, Alvis, & Arrázola, 2015) que atribuyen que las operaciones de escaldado y recubrimiento fortalecen la estructura del producto mediante el ligado de agua y dan cohesividad a las muestras.

Los tratamientos T7 y T6 presentaron menor cohesividad, debido a que en estas muestras se utiliza menor contenido de champiñón blanco.

Elasticidad

Con respecto a la Prueba Tukey 5% de la Tabla 29, los valores de elasticidad demostraron un efecto significativo en todos los tratamientos, encontrando al testigo T9 con el valor mayor de elasticidad de 0.69, seguidamente el T5 que mostró una buena capacidad de elasticidad de 0.59, por otro lado, el tratamiento T7 mostró el valor más bajo de elasticidad de 0.35.

(Bonato, Perlo, Teira, Fabre, & Kueider, 2006) cita a Martínez y col., 2004 y reporta que un comportamiento más elástico y más cohesivo podría estar relacionado con la aparición de otros enlaces en la red que conforma el producto.

Masticabilidad

Es el trabajo de masticar la muestra para poder tragar y se refiere al producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en unidades de fuerza Newton o (kg.m/s²).

La prueba Tukey 5% de la Tabla 29, con respecto a los resultados de masticabilidad se obtuvo una alta significación estadística en todos los tratamientos. Se encontró al tratamiento T1 con el valor más alto de 30.08 N, posteriormente, el tratamiento testigo y el

T4 reportaron valores de 24.99 N, 24.45 N que no tuvieron un efecto significativo al 5 %, a estos tratamientos se tomará muy en cuenta ya que presentaron la misma fuerza que masticar un nugget de pollo. Es decir, que la estructura o composición del alimento del nugget de pollo fue similar al nugget de pollo conforme a la variable de masticabilidad. A diferencia de los tratamientos T6 y T7 con valores de 8.18 N y 5.68 N que necesitaron una menor fuerza de masticación para poder tragarlos.

Adhesividad

Representa el trabajo requerido para superar las fuerzas atractivas entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entra en contacto. Se mide en unidades de trabajo, generalmente Joule o unidades de fuerza (Kg.m²/s²).

Con respecto a la prueba Tukey 5% de la Tabla 29 de la variable de adhesividad, reveló un efecto significativo en todos los tratamientos, encontrando a los tratamientos T4 y T6 presentan una mayor fuerza adhesiva reportando valores de -0.34 gf.m y -0.31 gf.m en relación al testigo T9 que presentó una fuerza menor de -0.21 gf.m, de igual manera los tratamientos T1, T3 y T5 que fueron los más bajos y los cuales contienen la mezcla champiñón y avena, (González, Alvis, & Arrázola, 2015) citaron en su trabajo un reporte de (Taiwo y Baik, 2007) el cuál menciona que es una característica importante trabajar con valores bajos de adhesividad en los productos fritos.

Gomosidad

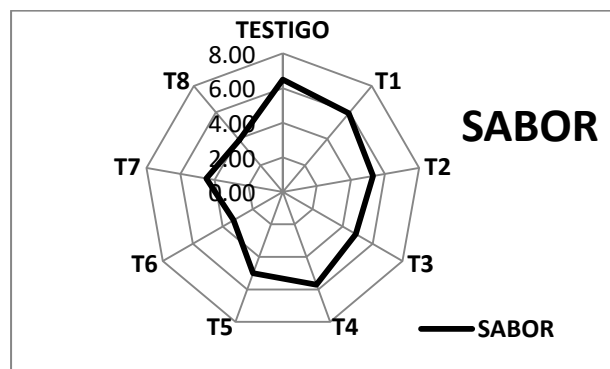
De acuerdo a los resultados de la Prueba Tukey 5% de la Tabla 29, se registró un efecto significativo para todos los tratamientos, reportando valores de 52.95 N y 52.87 N para los tratamientos T1 y T4 los cuales requieren una mayor fuerza para poder tragar. Posteriormente se encontró a los tratamientos T2, T8, T5 y al testigo T9 que no presentaron un efecto significativo al 5% reportando

valores entre 32.04 N y 39.86 N, deduciendo que se comportan de la misma manera en cuanto a la variable de gomosidad. También reveló al tratamiento T6 que presentó el valor de menor fuerza de gomosidad con un valor de 15.84 N.

Análisis Sensorial

	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
Test	7.64±0.43	6.19±0.61	6.49±0.18	7.19±0.18	6.65±0.20
T1	4.54±0.21	5.23±0.42	5.94±0.36	4.26±0.11	5.30±0.20
T2	4.46±0.29	5.42±0.09	5.30±0.44	4.62±0.94	5.06±0.35
T3	5.19±1.06	5.40±0.49	4.88±0.54	4.42±0.39	5.14±1.13
T4	4.65±0.86	5.14±0.54	5.71±0.52	4.73±0.51	5.26±0.13
T5	4.87±0.27	5.32±0.19	5.01±0.05	5.31±0.47	5.02±0.55
T6	4.29±0.26	3.96±0.43	3.27±0.07	3.75±0.26	3.65±0.48
T7	5.07±0.83	4.08±0.74	4.48±0.68	5.26±0.50	4.57±0.38
T8	4.29±1.32	4.25±0.22	3.92±0.50	5.46±0.53	4.33±0.71

La figura 10 muestra la calificación del atributo del sabor, en el cual el tratamiento testigo de carne de pollo obtuvo el valor más alto, seguido de los tratamientos T1 y T4 que gustaron del sabor exquisito del nugget de champiñón y libre de sabores extraños.



Análisis Microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico de acuerdo a la normativa legal aplicada en el país, en el caso de este producto se trabajó bajo los Requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1338:2012 Tercera Revisión.

CONCLUSIONES

Los análisis físicos de la masa del nugget vegetal, demostraron que los tratamientos en cuya fórmula se empleó el 75 % de champiñón blanco con el 25% de avena presentaron una mayor similitud de contenido de humedad, pH y textura en relación a la masa del nugget de carne de pollo.

Al comparar los resultados de los análisis físicos y químicos realizados a los diferentes tratamientos, incluyendo al tratamiento testigo; se identificó en el nugget de pollo un alto contenido de cenizas, grasa, proteína, fibra y un menor contenido de humedad y carbohidratos totales en relación a los nuggets vegetales que presentaron un menor contenido de cenizas, grasa, proteína, fibra y mayor contenido de humedad y carbohidratos totales.

Una vez realizada la evaluación sensorial del producto final se identificó al tratamiento uno (T1) (champiñón blanco 90% - avena hojuela 10%, cinco minutos) como el mejor, ya que tuvo la mayor aceptación por parte del panel de degustadores.

El análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento, reconoció al nugget de champiñón con avena dentro de los parámetros de la Norma INEN 1338:2012, esto lo define como un alimento apto para el consumo humano, ya que asegura la calidad y la salud de los consumidores.

RECOMENDACIONES

Para posteriores trabajos se recomienda no sobrepasar el 25% de avena dentro de las formulaciones ya que desde este límite por su alto contenido de almidón y fibra, la característica de la masa tiende a dar una mayor dureza, además el pH tiende a bajar y a tomar mayor acidez.

Recomiendo para posteriores estudios dosificar el champiñón blanco que es una

excelente materia prima e incluirla con carne animal para obtener embutidos o diferentes productos enriquecidos con este hongo.

Es recomendable también realizar un estudio de mercado en las principales ciudades del país para determinar la mayor aceptación de este tipo de producto y desarrollar un proyecto de implementación de una empresa productora del nugget vegetal.

Se recomienda realizar una investigación de la capacidad antioxidante que puede presentar este producto, conforme a la ergotioneina del champiñón blanco y las avenantramidas por parte de la avena, y con estos resultados poder proponerlo como un alimento funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, C. J. (2004). *Desarrollo, Optimización y Estudio de Vida Útil de Nugget de Pollo Liviano en Calorías y con Calcio*. Santiago, Chile.
- Arun, K., Rajkumar, V., Banerjee, R., Biswas, S., & Arun, D. (2013). "Guava (*Psidium guajava* L.) Powder as an Antioxidant Dietary Fibre in Sheep Meat Nuggets". *Asian Australas Journal Animal Science*, Vol.26, Iss 6. pp. 886 - 895 .
- Berk, Z. (2013). *Food Process Engineering and Technology (Second Edition)*. San Diego: Elsevier.
- Bonato, P., Perlo, F., Teira, G., Fabre, R., & Kueider, S. (2006). *Características texturales de nuggets de pollo elaborados con carne de ave mecánicamente recuperada en reemplazo de carne manualmente deshuesada*. Argentina: UNER.
- Bucheli Armijos, M. E. (2005). *Desarrollo de una pasta untable a base de champiñones (*Agaricus bisporus*) en la Escuela Agrícola Panamericana*. Honduras: Zamorano.
- Castro, K. (2011). *Tecnología de alimentos*. Colombia: Ediciones de la U.
- Chang, S.-T., & Miles, P. (2004). *Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Enviromental Impact (Second Edition)*. Estados Unidos: CRC Press LLC.
- Devatkal, S., Anurag, R., Jaganath, B., & Rao, S. (2014). Microstructure, microbial, profile and quality characteristics of high-pressure-treated chicken nuggets. *Food Science and Technology International*.
- El-Dirani, K. (2002). *Textural and Mass Transfer Characteristics of Chicken Nuggets during Deep Fat Frying and Oven Baking*. Montreal, Quebec, Canadá: McGill University.
- Fellows, P. (2009). *Food Processing Technology*. USA: WOODHEAD PUBLISHING LIMITED.
- Fellows, P. (2017). *Food Processing Technology (Fourth Edition)*. USA: Woodhead Publishing.
- Jurado, M. (2013). *Tratamientos finales de conservación*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial.
- Kaur, S., Kumar, S., & Bhat, Z. (2015). "Utilization of pomegranate seed powder and tomato powder in the development of fiber-enriched chicken nuggets". *Nutrition & Food Science*, Vol. 45 Iss 5 pp. 793 - 807.
- Kilcast, D. (2010). *Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control*. Estados Unidos: Woodhead Publishing.
- Kozarski, M., Klaus, A., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Vunduk, J., Petrovic, P., . . . Griensven, L. (2015). Antioxidants

- of Edible Mushrooms. *Molecules*, 19489-19525.
- Lahmann, O. (2007). *Evolución de la Industria del champiñón Agaricus Bisporus en Latinoamérica*. México: ECOSUR.
- Lelley, J. I. (2007). *Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de Agaricus bisporus*. México: ECOSUR.
- Luckose, F., Pandey, M., Chauhan, O., Sultana, K., & Abhishek, V. (2015). Effect of high pressure processing on the quality characteristics and shelf life of low-sodium re-estructurated chicken nuggets. *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol.54, pp 334-345.
- Mañay, S. (2015). *Desarrollo y evaluación físico-químico, sensorial y microbiológico de nugguets de carne de conejo (oryctolagus cuniculus) precocidos y marinados con jugo de tomate frutícola. (Cyphomandra betacea)*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Pal Singh, V., Pathak, V., Khumar, S., Sharma, S., & Ojha, S. (2016). "Effect of chicken breeds on quality characteristics of meat nuggets". *Nutrition & Food Science*, Vol. 46 Iss 3 pp. 432 - 440.
- Perigo, C. (2006). El control de calidad de los alimentos. Herramientas para su implementación. *Agromensajes de la Facultad*.
- Pizarro, S., Ronco, A., & Gotteland, M. (2014). *B-glucanos: ¿qué tipos existe y cuáles son sus beneficios en la salud?* Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Rogers, L. (2018). *Sensory Panel Management*. United Kingdom: Elsevier.
- Roncero, I. (2015). *Propiedades nutricionales y saludables del champiñón y las setas*. España.
- Sánchez, J. E., Royse, D. J., & Lara, H. L. (2007). *Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de Agaricus bisporus*. México: ECOSUR.
- Stone, H., Bleibaum, R., & Thomas, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices (Fourth Edition)*. London: Elsevier .
- Tanwar, T., Kumar, A., Raja, F., Kamal, S., & Dua, S. (2016). "Effect of Bacopa monnieri Extract on Storage and Microbial Quality of Vacuum Packaged Chicken Nuggets". *Journal of Pure and Applied Microbiology*, Vol. 10(3), p. 1977-1986.
- Venegas, O., Pérez, D., & Ochoa, M. (2009). *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Cuba: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria.
- Wan, W., Solihah, M., Aishah, M., Nik Fakrudin, N., & Mohsin, S. (2011). "Colour, textural properties, cooking characteristics and fibre content of chicken patty added with oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju)". *International Food Research Journal*, 621-627.
- Xingyuan, L., Taoying, Z., Quansheng, C., Huide, Y., & Zheng, B. &. (2014). Standardized Cultivation Technology of Agaricus bisporus. *Agricultural Science & Technology*, 15(11): 1957-1959.

