CALIDAD Y CONSERVACIÓN DEL POLLO AHUMADO: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO, MICROBIOLÓGICO Y BROMATOLÓGICO

Quality and preservation of smoked chicken: organoleptic, microbiological and bromatological analysis

Fredy Gonzalo Garcia Cutipa[1], Delia Georgina Burgoa Fernández[2], Víctor Castañón Rivera[3], Gladys J. Chipana Mendoza[4]

RESUMEN

El proceso de ahumado de alimentos es una técnica culinaria para mejorar el sabor, textura y conservación de los alimentos; el objetivo de la investigación es evaluar la calidad y conservación del pollo ahumado, así como sus características organolépticas, microbiológicas y bromatológicas. La investigación se llevó a cabo en las dependencias del Instituto Tecnológico Caranavi, fueron 18 pollos faenados, de la línea Cobb-500 de 45 días de edad, la evaluación de los pollos fue en base al tamaño (pequeño 1.5 a 2.0 kg; mediano 2.0 a 2.5; grande 2.5 a 3.0 kg); se utilizó la escala hedónica para el análisis organoléptico, cuyo análisis fue con 96 personas; se aplicó un diseño experimental completamente al azar, donde las variables de respuesta fueron, temperatura del ahumado, tiempo de ahumado, rendimiento y merma, los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza, prueba de Duncan y Chi Cuadrado. Se establece como la mejor alternativa para el consumo de pollo ahumado, el tamaño pequeño, en vista que los resultados de según la escala de calificación, presentó mayor aceptabilidad y agrado en base a las variables aroma, color y sabor. Los resultados de laboratorio sobre el análisis microbiológico muestran que los valores obtenidos, se encuentran por debajo los valores de referencia, por lo que, se sitúa dentro los valores permitidos para el consumo humano. El análisis bromatológico muestra en los parámetros de humedad, proteína, grasa, ceniza y nitrógeno no proteínico, niveles aceptables para el consumo humano, es decir, se sitúa por debajo de los valores de referencia, por lo tanto, expresa la aceptabilidad del producto.

Palabras clave: pollo ahumado, análisis organoléptico, aceptabilidad, conservación.

ABSTRACT

The process of smoking food is a culinary technique to improve the flavor, texture and preservation of food; the objective of the research is to evaluate the quality and preservation of smoked chicken, as well as its organoleptic, microbiological and bromatological characteristics. The research was carried out in the premises of the Caranavi Technological Institute, 18 chickens were slaughtered, of the Cobb-500 line of 45 days of age, the evaluation of the chickens was based on size (small 1.5 to 2.0 kg; medium 2.0 to 2.5; large 2.5 to 3. 0 kg); the hedonic scale was used for the organoleptic analysis, which analysis was carried out with 96 people; a completely randomized experimental design was applied, where the response variables were smoking temperature, smoking time, yield and loss, the results were evaluated by analysis of variance, Duncan test and Chi-square test. The best alternative for the consumption of smoked chicken was the small size, since the results of the rating scale showed greater acceptability and liking based on the variables aroma, color and flavor. The laboratory results on the microbiological analysis show that the values obtained are below the reference values, so it is within the values allowed for human consumption. The bromatological analysis shows that the moisture, protein, fat, ash and non-protein nitrogen parameters are acceptable for human consumption, i.e., they are below the reference values, thus expressing the acceptability of the product.

Keywords: smoked chicken, organoleptic analysis, acceptability, preservation.

Artículo original

DOI: https://doi.org/10.53287/iumd6263ko98i

Recibido: 11/03/2024 Aceptado: 27/06/2024

[1] Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
[2] Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
[3] Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. warauma2013@gmail.com
[4] Docente Investigadora, Instituto de Investigación en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8014-0385. gjchipana@faumsa.edu.bo

INTRODUCCIÓN

En Bolivia, de acuerdo al Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (2024) la crianza de pollos parrilleros creció en 3 %, es decir, 254 millones de cabezas más que para la gestión 2022, donde el sector avícola registró un aumento de 2.7 % en la producción de pollos parrilleros faenados durante 2022, alcanzando 6.76 millones de unidades; en los primeros dos meses de 2023 y 2024, el crecimiento interanual superó el 10.4 %, con una producción superior a cuatro millones de unidades, esta tendencia refleja la solidez de la demanda y las perspectivas favorables del mercado avícola nacional.

En el departamento de La Paz, el aporte de la producción avícola para el periodo 1998-2021 en producción de carne de pollos parrilleros fue de 5.6 millones de kilogramos, durante este mismo periodo, el número total de pollos parrilleros fue de 1.7 millones de unidades, alcanzando a 3.37 millones de unidades de acuerdo al Modelo Económico Social Comunitario Productivo, con un incremento interanual de 4 % (Calle, 2023).

El proceso de ahumado de alimentos es una técnica culinaria que ha sido empleada durante siglos para mejorar el sabor, la textura y conservación de los alimentos; mediante la combustión de maderas duras y con bajo contenido de resina en un ambiente cerrado con el fin de producir humo que se adhiere a la superficie de los alimentos; este proceso tiene un impacto en el sabor, textura, perfil nutricional y capacidad de conservación, los compuestos químicos que se producen pueden afectar la composición nutricional de los alimentos (Gallardo y Arteaga, 2023).

La temperatura es un factor importante en la técnica de ahumado, debido a que regula la cantidad de compuestos beneficiosos dentro del ahumador, temperaturas entre los 252-386 °C provoca mayor generación de grupos carbonilos en el humo, mientras que temperaturas próximas a 355 °C aumenta la presencia de fenoles, temperaturas superiores provoca una disminución de estos compuestos aromáticos; cuando el porcentaje de oxígeno aumenta en la pirolisis (59 % valor máximo), los derivados del furano (Furfuryl alcohol) disminuyen, sin embargo, cuando el porcentaje se encuentra en 10 % los rendimientos de compuestos fenólicos, representado por guayacol, y de carbonilos, representados por cicloteno, aumentan (García, 2009). Para el caso de pollos, Peñafiel et al. (2020) determinó que la mejor temperatura para la cocción en el ahumador es de 60 °C, considerando la mayor aceptación en los parámetros de olor, color, textura y sabor.

En la actualidad las tecnologías de alimentos son potenciadoras en el uso de técnicas ancestrales, para aplicarlas con modernos equipos tecnológicos y nuevos estándares de calidad, es aquí donde toma relevancia los productos ahumados, ya que existe un alto número de compradores que adquieren este tipo de alimentos, debido a que las características organolépticas están potenciadas por los efectos del humo y de la salmuera (Peñafiel et al., 2020).

Bajo estas consideraciones el objetivo de la investigación es evaluar la calidad y conservación del pollo ahumado, en función del tiempo y características organolépticas, microbiológicas y bromatológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se llevó a cabo en las dependencias del Instituto Tecnológico Caranavi, situado en el municipio de Caranavi, departamento de La Paz (Bolivia), se sitúa geográficamente a una longitud norte con 67° 34' 25.99'', latitud sur de 15° 50' 0.87'' y una altitud de 596 m s.n.m. El municipio está ubicado al noreste del departamento de La Paz, entre los valles subandinos de la región de Amazonía, sector conocido como la faja de los Yungas Alto, que forma parte de la cordillera Oriental o Real.

Materiales

La materia prima utilizada en el trabajo de investigación fueron 18 pollos faenados, de la línea Cobb-500 de 45 días de edad, procedentes del Instituto Tecnológico Caranavi. Entre los otros materiales se utilizó carbón inerte y aserrín seco de madera roble (*Quercus robur*) y nogal (*Juglans regia*); ahumador artesanal, pH metro.

Metodología

Ahumador

Corresponde a un turril metálico, con diámetro de 58 cm y altura de 89 cm, consta de tres partes; salida de humo, cámara de ahumado y el hogar, la a) salida de humo, de aluminio galvanizado, con diámetro de dos pulgadas, altura de 80 cm y sombrero tipo chino, estos elementos sirven para la extracción o salida del humo, así como del proceso adecuado para la obtención de un producto que reúna las características apropiadas para el consumo humano; b) cámara de ahumado, en la parte lateral lleva un termómetro que mide las variaciones de la temperatura interna desde 0 hasta 600 °C, en el interior tiene una barra de acero circular, que sirve para el colgado de los pollos, también está incorporado una puerta de entrada y salida de los pollos; c) el hogar, cuenta con un dispersor de humo en la parte superior, además de una caja de brasa con capacidad de 2 kg de carbón, construido en base a barra de metal, además, de una puerta para la introducción del carbón.

Proceso de ahumado de la carne de pollo

a) Adquisición de pollos: se adquirió pollos vivos de una edad promedio de 45 días, cuyos pesos y tamaños varia de 1.5 a 2.0 kg en el caso de pollos pequeños; 2.0 a 2.5 kg del mediano; y de 2.5 a 3.0 kg del tamaño grande.

b) Faenado, eviscerado, lavado y selección de pollos: se procedió con el faenado y eviscerado de los pollos, la carne antes de ser procesada, fue lavada cuidadosamente con 30 L de agua, de esta manera se consiguió eliminar sangre y materias extrañas presentes en la superficie de la carne. Posterior, se procedió con la selección de pollos de buen aspecto color, olor, pH promedio de 5.96, que la piel no esté roja, sin patas ni cabeza y de los pesos requeridos para el estudio.

c) Pesado y clasificación: fue según el tamaño, es decir, para pollos de tamaño pequeño se consideró un peso entre 1.5 a 2.0 kg, pollos de tamaño mediano entre 2.0 a 2.5 kg y pollos de tamaño grande entre 2.5 a 3.0 kg.

d) Condimentado: para preparar la salmuera se empleó un recipiente en la que se vertió agua, a razón 2 L por cada pollo, previamente, el agua fue hervida durante 5 min para garantizar su inocuidad, luego se añadió y removió la sal en 7.50 % , azúcar 3.75 %, sal de cura 0.10 y fosfasol 0.10 % hasta disolverla, posteriormente, se adicionaron hierbas y condimentos; orégano 0.10 %, hoja de laurel (*Laurus nobilis*) 0.10 %, pimienta (*Piper nigrum*) 0.75 %, comino (*Cuminum cyminum)* 0.75 % y ajo (*Allium sativum*) 0.75 %, realizado este proceso se procedió con el enfriamiento de la solución hasta que alcance una temperatura aproximada de 3 °C, para luego introducir el pollo en ella.

e) Reposado y curado: los pollos condimentados se introdujeron a la congeladora por un periodo de 24 horas a una temperatura de 3 °C, el control de la temperatura ha sido importante y continuo, a fin de inhibir la acción de las bacterias, además, que la salmuera en ese espacio de tiempo, pueda sazonar el pollo.

f) Atado: consiste en el amarre o atado de las extremidades del pollo con pita de algodón, a fin de facilitar el colgado de los pollos en la cámara de cocción del ahumador.

g) Ahumado: se requiere una temperatura interna del ahumador de 175 °C por 3 a 4 horas según el tamaño del pollo. En este periodo de tiempo en el centro geométrico de la carne de pollo, gradualmente sube la temperatura interna hasta alcanzar los 80 °C (Figura 1); es decir, inicia con una temperatura de 8 °C, luego de 90 min registra cambios de temperatura interna según el tamaño del pollo (pequeño 30 °C, mediano

34 °C y grande 40 °C), en el caso del pollo pequeño en el minuto 180 alcanzó la temperatura de 80 °C; el pollo mediano logra la temperatura interna en el minuto 210 y pollo grande alcanza dicha temperatura en el minuto 240; para ello, se ha utilizado un termómetro para el control continuo de la temperatura, de modo que, en estos espacios de tiempo, adopta el color y olor típico del ahumado (Figura 2).

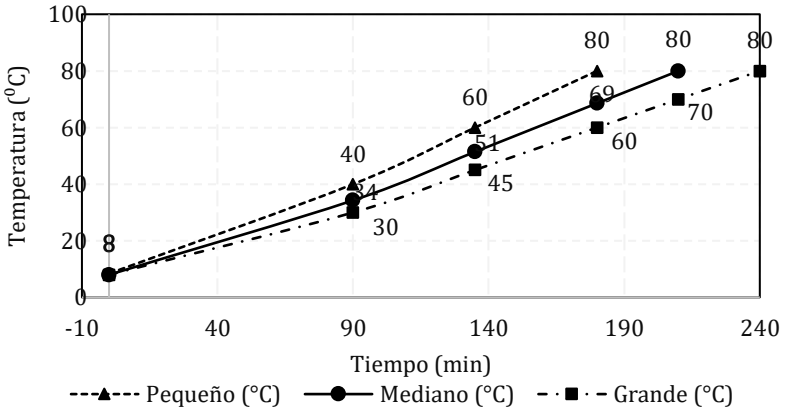

Figura 1. Evolución de la temperatura interna de carne de pollo según tamaño.

Figura 2. Ahumado de los pollos.

h) Enfriamiento: después de ahumado el producto, se dejó enfriar en la congeladora regulado a la temperatura constante de 3 °C durante tres horas para garantizar la inocuidad de los pollos ahumados.

i) Envasado: se realizó con papel celofán equivalente a un material natural y ecológico compuesto de vegetales, que tiene un parecido al plástico fabricado, este material, corresponde a un polímero derivado de la celulosa, es un film fino, resistente y transparente o translúcido, cuyo fin consiste en proteger y preservar de la contaminación externa, además, del mantenimiento de la calidad y seguridad de la carne de pollo ahumada.

j) Almacenado: se realizó en un refrigerador a una temperatura promedio de 3 °C.

Toma de muestra para el análisis bromatológico y microbiológico

Se efectuó la entrega de tres pollos ahumados de cada tamaño (pequeño 1.5 a 2.0 kg; mediano 2.0 a 2.5; grande 2.5 a 3.0 kg), posteriormente, el personal técnico de SELADIS, efectuó la toma de muestra de 1 400 g de cada pollo. La entrega del pollo para el análisis microbiológico, bue en base al resultado de aceptación por parte de los degustadores.

Análisis organoléptico del pollo ahumado

Para la calificación y análisis sensorial de las características organolépticas de la carne de pollo ahumado (aroma, color, textura y sabor), se utilizó la escala hedónica, cuya descripción y código es el siguiente: me desagrada mucho (1), me desagrada moderadamente (2), no me gusta ni me desagrada (3), me gusta moderadamente (4)

y me gusta mucho (5). El tamaño de la muestra fue calculada en base a la Ecuación 1, planteada por Berenson et al. (2001), dando como resultado 96 personas, de la cuales se seleccionó 48 varones y 48 mujeres comprendido entre las edades de 19 a 40 años, para que estas personas procedan con la degustación de las porciones preparadas y posteriormente y emitan su calificación. Para la degustación, se preparó un total de 288 porciones, correspondiendo a 96 porciones de tamaño grande, 96 de mediano y 96 de pequeño.

$$n = \frac{N \cdot Z_d^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z_d^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Dónde: N = 23 810 personas (19 – 40 años); Z = nivel de confianza (95 %) (1.96); p = probabilidad de éxito (0.50); q = probabilidad de fracaso (0.50); d = error muestral (10 %) (0.10) ; n = tamaño de la muestra.

Factores de estudio y diseño experimental

Se contempla tres tratamientos basados en el tiempo de ahumado de pollos según tamaños con tres repeticiones; se denominó pollos de tamaño grande a los pesos de 2.5 a 3.0 kg; medianos a los de 2.0 a 2.5 kg y pequeños a los de 1.5 a 2.0 kg. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), con tratamientos aplicables a variables cuantitativas con distribución normal. Para la comparación de las medias, se aplicó la prueba de Duncan con una sensibilidad del 5 %.

Variables de respuesta

Temperatura del ahumado: para medir de la temperatura interna del pollo durante el proceso de ahumado, se utilizó un termómetro de la marca HANNA cuyo intervalo de medición tiene un rango de -50 hasta 150 °C. Este proceso según el tamaño del pollo varia de 3 a 4.5 horas hasta alcanzar una temperatura de 80 °C.

Tiempo de ahumado: se realizó en función a la temperatura interna de la carne de pollo, según tamaños, se midió tomando en cuenta el tiempo inicial y el tiempo final.

Rendimiento: se expresa como el porcentaje de la pieza de carne de pollo, corresponde al producto final utilizable para su comercialización; es la proporción del peso del producto final sobre el peso de la pieza base.

Merma: se refiere a la reducción del rendimiento como resultado de la manipulación para establecer qué porcentaje disminuyo y cuanto resta del producto final (Pérez y Merino, 2011).

Análisis de resultados

Para el análisis de resultados de la evaluación organoléptica y aceptabilidad del producto carne de pollo ahumado, se ha utilizado escalas de calificación y análisis de varianza, prueba de Duncan y Chi Cuadrado; para la determinación de la calidad de la carne se ha tomado en cuenta los resultados del laboratorio como el análisis microbiológico y bromatológico: en el primer caso se ha utilizado la norma técnica NB-32004 y la norma de referencia NB 310017:2014, en el segundo caso se ha considerado los valores de referencia como la gravimetría, Kjendhal, Barshall, calcinación y volumetria en los ensayos de la humedad, proteína, grasas, cenizas y NNP, respectivamente. Para el análisis de la determinación del tiempo de conservación de la carne de pollo ahumado, se ha considerado la evolución de la temperatura, tiempo de ahumado, rendimiento y merma en el peso, se ha utilizado herramientas estadísticas como la media, desviación estándar, coeficiente de variación y proporción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura del ahumado

La Figura 3 muestra la evolución de la temperatura del ahumador y el proceso de ahumado, conforme aumenta la temperatura del ahumador, también la temperatura interna sube, cuando la temperatura llega a los 175 °C se estabiliza, esto acurre al minuto 30, la tendencia de la temperatura interna de los pollos registra progresivamente un aumento hasta alcanzar los 80 °C según el tamaño. El análisis estadístico da un coeficiente de variación de 36.38 %, lo que significa existe un grado de dispersión amplia de las observaciones respecto al promedio que es de 148.3 °C.

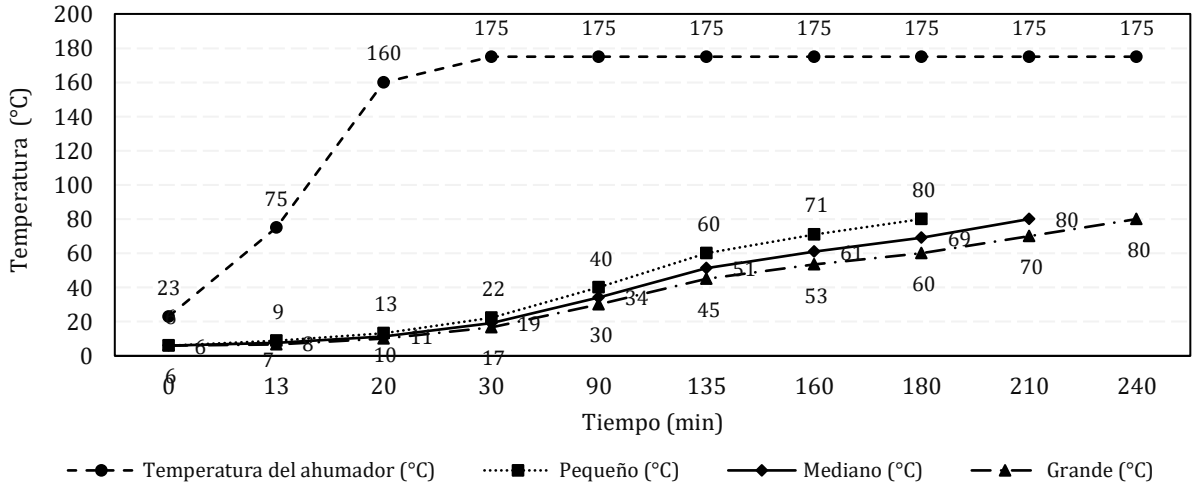

Figura 3. Evolución de la temperatura en el proceso de ahumado.

Según Mohler (1988), debe considerarse cuatros procesos condicionados a la temperatura, iniciando con el precalentamiento, desecación, acondicionamiento y la cocción, en este caso, el precalentamiento sirve para dar inicio con el proceso de salazón con una temperatura superior a los 60 °C, posteriormente para los procesos de desecación y acondicionamiento se debe ir aumentando gradualmente hasta llegar a los 80 °C y para la cocción, el humo caliente debe llegar a 170 °C según las exigencias de cada producto, en el caso presente trabajo de investigación, la temperatura del humo caliente alcanzó a 175 °C mismo que se conservó hasta alcanzar la cocción de la carne pollo según el tamaño del pollo.

Tiempo de ahumado

El tiempo utilizado para el ahumado de los pollos, fue variable, para el caso de pollos de tamaño grande fue de 4 horas hasta llegar a los 80 °C; para el tamaño mediano de 3.5 horas hasta alcanzar 80°C; y para los pequeños fue de 3 horas con una temperatura interna de 80 °C, lo cual implica que los pollos a esta temperatura han alcanzado la cocción para el consumo humano. El análisis estadístico da un coeficiente de variación de 14.29 %, donde el periodo de tiempo utilizado en el ahumado de los pollos de tamaños diferentes no es amplio respecto al promedio de 3.5 horas.

Rendimiento

Mediante la prueba Duncan, el promedio de rendimiento para pollos de tamaño grande fue de 80.15 %, para medianos de 77.64 % y para pequeños de 73.64 %. El peso promedio de los pollos frescos en sus distintos tamaños alcanza a 2.41 kg, luego del proceso de lavado, evisceración, curado y ahumado el peso promedio alcanzó a 1.87 kg que corresponde una disminución de 0.54 kg; el rendimiento promedio de los tres tamaños de

pollo es 77.17 % (Tabla 1), cuya disminución se debe a la eliminación de las vísceras, así como de la pérdida de humedad y contenido graso.

Tabla 1. Rendimiento del peso de pollo ahumado respecto al peso de la pieza base.

Tamaño	Peso pollo fresco (kg)	Peso pollo ahumado (kg)	Rendimiento (%)
1	2.68	2.14	79.85
1	2.92	2.35	80.48
1	3.00	2.42	80.67
1	2.80	2.25	80.18
1	2.96	2.37	80.07
1	2.90	2.31	79.66
2	2.33	1.74	74.68
2	2.48	1.95	78.79
2	2.37	1.87	78.90
2	2.40	1.85	76.80
2	2.42	1.91	78.84
2	2.39	1.86	77.84
3	1.97	1.47	74.62
3	1.89	1.36	71.96
3	1.99	1.49	74.87
3	1.93	1.42	73.32
3	1.94	1.43	73.45
3	1.96	1.45	74.11
Promedio	2.41	1.87	77.17
Desviación estándar	0.40	0.37	2.93
Coeficiente de variación	16.50	19.95	3.80

Complementariamente, el análisis de varianza, dio como resultado diferencia significativa para la variable rendimiento, donde $p<0.05$, como F calculado (46.816) es mayor a F tabulado (2.15) = 3.682, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de que las medias de rendimiento son iguales.

Merma

El promedio de merma de los pollos ahumados en sus diferentes tamaños, alcanza el 22.83 %, es decir, que el 77.17 % es apto para su aprovechamiento y comercialización y el resto se debe a la reducción del peso por la evisceración, pérdida de humedad (merma) y disminución del contenido graso. El análisis de varianza, evidencia que existe diferencia significativa, donde $p<0.05$.

A un nivel de significación $\alpha = 0.05$ de la prueba Duncan, se establece que el promedio de merma de pollos ahumados de tamaño grande que es de 26.28, expresa diferencia significativa respecto de los pollos ahumados de tamaño mediano que alcanza a 22.36, el promedio de merma de pollos ahumados de tamaño mediano respecto a la merma de pollos ahumados de tamaño pequeño 19.84, presenta diferencias significativas; donde a mayor tamaño de pollo ahumado, mayor es nivel de merma respecto a los medianos y pequeños.

Análisis sensorial del aroma

Se establecieron diferencias estadísticas significativas, es decir, p-valor = $0.001<0.05$, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula con un nivel de significación de 0.05, por lo que, se concluye que existe diferencia en aroma del pollo según su tamaño. Este aspecto se corrobora con los resultados expresados con la prueba de Duncan, en la que se establece entre las medias de la escala de calificación del aroma de escala 2 respecto de la escala 1, así

como de las escalas 3, 4 y 5 con relación a la escala 1, en el caso de las escalas 3 y 4 existe diferencia respecto a la escala de calificación 5 (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de medias de la característica organoléptica del aroma por la prueba Duncan.

Escala de calificación	N	1	2	3
1. Me desagrada mucho	3	0.3333		
2. Me desagrada moderadamente	3	8.6667	8.6667	
5. Me gusta mucho	3		21.3333	21.3333
3. No me gusta ni me desagrada	3			31.3333
4. Me gusta moderadamente	3			34.3333

$\alpha = 0.05$

Respecto a la frecuencia observada (Tabla 3) del número de degustaciones realizadas por el grupo de 96 personas, el mayor número de casos de calificación se concentra en la escala 4, es decir, de los 288 resultados de degustación y calificación dada, 103 casos se concentran en la escala 4 con una proporción del 35.76 %, le sigue la escala 3 con una calificación expresada por 94 casos que representa el 32.64 % y la escala 5 que tiene 64 casos, representando el 22.22 %. La preferencia sobre la variable aroma para el pollo pequeño es de 36 casos, seguido por el grande con 34 casos y por mediano con 33 casos; con relación a la frecuencia esperada, el mayor número de casos de respuesta favorable se concentra en la escala 4 con 37 casos, seguido por la escala 3 con 28 casos y la escala 5 con 22 casos.

Tabla 3. Frecuencia observada y esperada sobre la calificación organoléptica del aroma.

Calificación	Pequeño		Mediano		Grande		Total	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado
1. Me desagrada mucho	0	1	0	1	1	1	1	3
2. Me desagrada moderadamente	5	8	16	8	5	8	26	24
3. No me gusta ni me desagrada	21	28	38	28	35	28	94	84
4. Me gusta moderadamente	36	37	33	37	34	37	103	111
5. Me gusta mucho	34	22	9	22	21	22	64	66
Total	96	96	96	96	96	96	288	288

La prueba de Chi Cuadrado resulta en X^2_{cal} de 31.36m mayor al resultado de la X^2_{tab} de 15.507, por lo que se rechaza la hipótesis nula, de que los datos observados no se ajustan a la distribución teórica, por tanto, las diferencias observadas sobre la variable "aroma", son estadísticamente significativas, es decir, el análisis sensorial de aroma según el tamaño de los pollos ahumados es independientes y da lugar a establecer diferentes niveles de preferencia según el tamaño del pollo.

Análisis sensorial del color

El análisis de varianza a un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ expresa que p-valor <0.05, esto indica diferencia estadística significativa entre las escalas de calificación según tamaño. La prueba de Duncan, presenta diferencias de la escala 2 respecto a la media de la escala 1, así como de las escalas 3 y 4 con relación a la escala 1, 2 y 3; la escala de calificación 5 muestra diferencias significativas respecto a las escalas 1 y 2 (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de medias de la característica organoléptica del color por la prueba Duncan.

Calificación	Pequeño	Mediano	Grande	Total
1. Me desagrada mucho	0	0	1	1
2. Me desagrada moderadamente	7	7	12	26
3. No me gusta ni me desagrada	29	44	34	107
4. Me gusta moderadamente	40	38	37	115
5. Me gusta mucho	20	7	12	39
Total	96	96	0	288

$\alpha = 0.05$

Con relación a la calificación otorgada por los evaluadores, se tiene alta concentración de la frecuencia observada (Tabla 5) en la escala 4 con 115 casos de los 288 registrados, le sigue la escala de calificación 3 con 107 casos. En términos porcentuales la preferencia por la escala de calificación 3 y 4 representa el 37.15 y 39.93 %; el resto de los niveles de calificación se sitúan por debajo del 14.00 %. Concerniente a la frecuencia esperada (Tabla 5), los datos muestran cierta diferencia respecto a las frecuencias observadas.

Tabla 5. Frecuencia observada y esperada sobre la calificación organoléptica del color.

Calificación	Pequeño		Mediano		Grande		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
1. Me desagrada mucho	0	0.3	0	0.3	1	0.3	1
2. Me desagrada moderadamente	7	8.7	7	8.7	12	8.7	26
3. No me gusta ni me desagrada	29	35.7	44	35.7	34	35.7	107
4. Me gusta moderadamente	40	38.3	38	38.3	37	38.3	115
5. Me gusta mucho	20	13.0	7	13.0	12	13.0	39
Total	96	96	96	96	0	96	288

En la prueba de Chi Cuadrado, dado que la X^2_{tab} es mayor a un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ a la X^2_{cal}, se acepta la hipótesis nula, es decir, los datos de las frecuencias observadas se ajustan a la distribución teórica, por lo que, las diferencias observadas acerca de la variable "color" no son estadísticamente significativas respecto a las frecuencias esperadas; la variable color no tiene incidencia en la preferencia de los evaluadores.

Análisis sensorial de la textura

El análisis de varianza de la textura, tiene nivel de significación $\alpha = 0.05$ un valor de $p = 0.002<0.05$, lo que indica la existencia de diferencias significativas entre las escalas de calificación de la textura. Según los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 6), se evidencia la existencia de diferencias de las medias de las escalas de calificación sobre la textura, es decir, la escalas 2, 3, 4 y 5 presentan diferencias respecto a la media de la escala 1, a su vez, también presenta diferencia entre las medias de las escalas 3, 4 y 5 respecto a la escala 2 y la 4 respecto a 3.

Tabla 6. Comparación de medias de la característica organoléptica de la textura por la prueba Duncan.

Escala de calificación	N	1	2	3	4
1. Me desagrada mucho	3	1			
2. Me desagrada moderadamente	3	13	13		
5. Me gusta mucho	3		18.33	18.33	
3. No me gusta ni me desagrada	3			28	28
4. Me gusta moderadamente	3				35.67

$\alpha = 0.05$

La frecuencia observada de la variable textura (Tabla 7), evidencia una concentración con el mayor número de casos de preferencia en la escala 4 con 107 respuestas favorables, que equivale a una proporción del 37.15 %, también destaca la calificación en la escala 3 con una participación del 29.27 %. La frecuencia esperada, las escalas 3 y 4 tienen frecuencia de 36 y 28 respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Frecuencia observada y esperada sobre la calificación organoléptica de la textura.

Calificación	Pequeño		Mediano		Grande		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
1. Me desagrada mucho	0	1	1	1	2	1	3
2. Me desagrada moderadamente	7	13	16	13	16	13	39
3. No me gusta ni me desagrada	16	28	32	28	36	28	84
4. Me gusta moderadamente	44	36	34	36	29	36	107
5. Me gusta mucho	29	18	13	18	13	18	55
Total	96	96	96	96	0	96	288

A un nivel de significación α = 0.05 y 8 grados de libertad la X^2_{tab} tiene un valor de 15.507 menor a la X^2_{cal}, lo que significa el rechazo de la hipótesis nula, es decir, los datos de las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas presenta diferencias estadísticamente significativas. En conclusión, los resultados de la prueba de contraste señalan que existe diferencias en la apreciación sobre la calificación de preferencia en la variable textura, en este caso, según los resultados, se evidencia una inclinación de preferencia sobre el pollo ahumado de tamaño pequeño respecto de los otros tamaños.

Análisis sensorial del sabor

El análisis de varianza sobre las escalas de calificación dio como resultado de p-valor = 0.030 menor a 0.05, lo que significa que existe diferencia significativa entre las escalas o niveles de calificación otorgados a la variable sabor. A un nivel de significación de α = 0.05 se establece diferencias de pares de medias de la escala 2 y 5 respecto a la escala 1 presenta diferencias significativas, del mismo modo, presenta diferencias entre los pares de la escala 3 y 5 respecto a la escala 2 y la 1; las escalas 4 y 3 respecto a la escala 5 presenta diferencias significativas (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de medias de la característica organoléptica del sabor por la prueba Duncan.

Escala de calificación	N	1	2	3
1. Me desagrada mucho	3	6		
2. Me desagrada moderadamente	3	8.6667	8.6667	
5. Me gusta mucho	3	22.6667	22.6667	22.6667
3. No me gusta ni me desagrada	3		25.6667	25.6667
4. Me gusta moderadamente	3			33

α = 0.05

En el resultado de la frecuencia observada (Tabla 9), la escala 4, presenta 99 casos de respuesta preferida, mismo que representa el 34.38 %, en el caso de la escala 3 corresponde un 26.74 % que equivale a 77 casos, en las que expresan sobre la cualidad del sabor del pollo ahumado; la escala 5 tiene 68 casos de respuesta favorable, que representa el 23.61 %. Las frecuencias esperadas o teóricas (Tabla 9), son el resultado de operaciones bajo el supuesto que la variable estudiada (sabor) corresponde a una distribución de probabilidad determinada. En este plano, las frecuencias esperadas difieren respecto de los datos de las frecuencias observadas en buena parte de las escalas de calificación.

Tabla 9. Frecuencia observada y esperada sobre la calificación organoléptica del sabor.

Calificación	Pequeño		Mediano		Grande		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
1. Me desagrada mucho	0	6.00	11	6.00	7	6.00	18
2. Me desagrada moderadamente	3	8.67	10	8.67	13	8.67	26
3. No me gusta ni me desagrada	14	25.67	35	25.67	28	25.67	77
4. Me gusta moderadamente	37	33.00	29	33.00	33	33.00	99
5. Me gusta mucho	42	22.67	11	22.67	15	22.67	68
Total	96	96	96	96	0	96	288

A un nivel de significación α = 0.05 y 8 grados de libertad, la X^2_{tab} da un valor de 15.507 menor a la X^2_{cal} que es de 51.38; lo que significa el rechazo de la hipótesis nula; los resultados de la prueba de contraste, expresan la existencia de diferencias en las escalas de calificación de la variable sabor.

Análisis microbiológico

Los valores encontrados en el análisis microbiológico respecto a los valores de referencia, presenta diferencias en los recuentos totales expresados en unidades formadoras de colonias, por debajo los valores de referencia, es decir, se sitúa dentro los valores permitidos para el consumo (Tabla 10).

Tabla 10. Parámetros de análisis microbiológico.

Norma técnica	Parámetros	Valor encontrado	Valor de referencia	Norma de referencia
NB-32003	Aerobios mesofilos	5.5 x 103 UFC/g	1 x 105 UFC/g	NB 310017:2014
NB-32005	Escherichia Coli	0 UFC/g	10 UFC/g	NB 310017:2014
NB-32004	StaphHulococcus Aureus	< 1 x 101 UFC/g	10 UFC/g	NB 310017:2014
NB/ISO 6579	Detección de salmonella en 25 g	Ausencia	Ausencia	NB 310017:2014

Resultado del laboratorio del Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnostico e Investigación en Salud (SELADIS).

Análisis bromatológico

Los resultados del análisis bromatológico, en sus parámetros de humedad, proteína, grasa y ceniza presenta niveles aceptables para el consumo humano. En el caso del tiempo de duración del producto para el consumo, varía según el tamaño, es decir a mayor tamaño, mayor humedad y menor tiempo de vida y en el caso del pollo ahumado pequeño tiene menor humedad por tanto mayor tiempo de vida. En referencia al nitrógeno no proteico, se ha establecido para el pollo ahumado de tamaño pequeño tiene 8.16 %, lo que implica un estado aceptable para el consumo humano (Tabla 11).

Tabla 11. Resultado del análisis bromatológico según tamaño.

Ensayo	Unidad	Grande	Mediano	Pequeño	Valor de referencia
Humedad	%	73.66	65.89	58.12	Gravimetria
Proteína	%	19.98	20.08	20,18	Kjendhal
Grasas	%	8.12	6.48	4.82	Barshall
Cenizas	%	1.54	1.28	1.02	Calcinación
Nitrógeno no proteico	%	-	-	8.16	Volumetría

Resultado del laboratorio del Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnostico e Investigación en Salud (SELADIS).

Conservación del pollo ahumado

Durante el proceso de conservación, a temperatura ambiente de 19 a 23 °C, se ha efectuado cada día la inspección visual de la composición y emisión de olor, estableciéndose el cambio de coloración y la manifestación de olor a partir del quinto día. El primer día el pH fue de 5.81, el segundo día fue de 5.82, el tercer día 5.89, el cuarto día 5.98 y para el quinto día fue de 6.13 y a partir de este día, se establece cambios hasta alcanzar el sexto día 6.57 (Figura 4), donde el desarrollo de microorganismos afecta la conservación de la carne, que se manifiesta a través de la degradación proteica y putrefacción; en este caso, siendo la carne de pollo ahumado con pH superior a 6.00 es particularmente riesgoso para el consumo humano (Wirth, 1987).

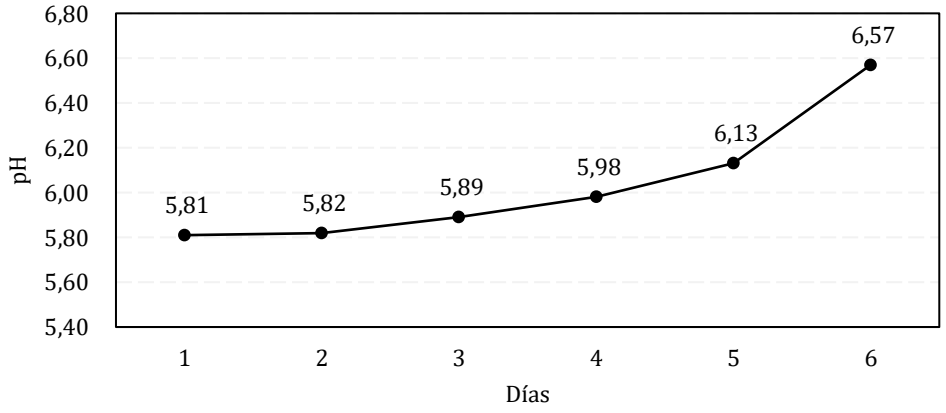

Figura 4. Proceso de evolución del pH.

CONCLUSIONES

Según el análisis sensorial realizado, se establece la existencia de diferencias significativas en las características organolépticas del aroma, color y sabor según tamaño, excepto la variable textura. De acuerdo a los resultados de la preferencia expresada por los evaluadores, se establece como la mejor alternativa para el consumo de pollo ahumado, el tamaño pequeño, en vista que los resultados presentó mayor aceptabilidad y agrado en base a las variables aroma, color y sabor.

El análisis microbiológico establece que los valores obtenidos se encuentran por debajo los valores de referencia, por lo que, se sitúa dentro los valores permitidos para el consumo humano. El análisis bromatológico muestra en los parámetros de humedad, proteína, grasa, ceniza y nitrógeno no proteínico, niveles aceptables para el consumo humano, es decir, se sitúa por debajo de los valores de referencia, por lo tanto, expresa la aceptabilidad del producto.

El periodo de conservación del pollo ahumado a una temperatura ambiente es de cinco días, a partir de este día se manifiesta cambio de coloración y olor, lo cual implica que no es apto para el consumo humano pasado este periodo.

BIBLIOGRAFÍA

Berenson, L., & Krehbiel, K. (2001). Estadística para Administración, Pearson Educación, 2a Ed., México.

Calle, S. (2023). La producción de carne de aves parrilleras en el desarrollo productivo del departamento de La Paz. Tesis Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/34614/T-2836.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gallardo, J.S., & Arteaga, D.R. (2023). Revisión del proceso de ahumado en la gastronomía ecuatoriana. Universidad y Sociedad 15(S1):485-490. https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3796/3725

García, O. (2009). Ahumado de tilapia. Universidad de Guayaqui. https://catalogo.ug.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=133036

Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. (2024). Boletín informativo No 1. Dirección General de Análisis Productivo Industrial y Economía Plural. https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2024-f2853-1.-Sector-Avicola-Boletin-1-2024.pdf

Mohler, K. (1988). El Ahumado. 1a ed. Zaragoza-España. Edit. Acribia.

Peñafiel, J.M., Santana, E.R., Apolo, D.V., Torres, F.X. (2020). Determinación del tiempo de cocción para el proceso de ahumado en pollos. Revista Científica Aristas 2(1):61-71. https://revistacientificaistjba.edu.ec/images/home/documentos/Mayo_2020/5.pdf

Perez, J., & Merino, M. (2011). Definición de merma.

Wirth, F. (1987). Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. Fleischwirtsch.