

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS CEBOLLAS ROJA Y
BLANCA (*Allium cepa* L.) EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE
LA CARNE DE POLLO**

Tesis

Para optar al título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

LILIAN PATRICIA LOZANO VARGAS

“UNASINOS PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO ECOMILENIO”

TINGO MARÍA – PERÚ

2004

664.028

L6

Lozano Vargas, L.P.

Capacidad antioxidante de las cebollas roja y blanca (*Allium cepa* L.) en la estabilidad oxidativa de la carne de pollo. Tingo María, 2003.

107 h.; cuadros, fig. color.; 30 cm.; 78 ref., Resumen (En,Es)

Tesis (Ing. Ind. Alimentarias)

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Huánuco, Perú).

Facultad Ind. Alimentarias

PROCESAMIENTO/ ALIMENTOS/ PRESERVACIÓN/ ANTIOXIDANTES/
CEBOLLA/ CARNE DE POLLO/ TBA/ RANCIDEZ/ OXIDACION

AGRIS Q02, F01



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 17 de enero del 2003, a horas 10:00 a.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **Lilian Patricia LOZANO VARGAS**.

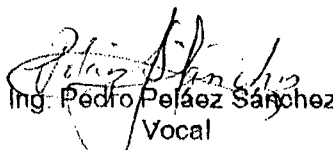
**“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L)
ROJA Y BLANCA EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA
CARNE DE POLLO”**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de **Muy Bueno**, en consecuencia la Bachiller: **Lilian Patricia LOZANO VARGAS**, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art.22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 43° y 45° del Estatuto y los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 23 de enero del 2003


Blga. Margarita Alcedo Romero
Presidente




Ing. Pedro Peláez Sánchez
Vocal


Ing. Elizabeth Ordóñez Gómez
Asesor

DEDICADO:

A DIOS:

Por concederme la vida
y ser mi guía.

A MIS PADRES:

RAÚL Y LILIA,

Por su amor, confianza y
sacrificio para el logro
de una de mis metas.

A MIS HERMANOS:

HUGO Y GIOVANNA,

Por su amor y comprensión.

A MIS TÍAS:

MARÍA Y MARLENI,

Quienes me apoyaron y
estuvieron a mi lado
en todo momento,
creyendo siempre en mí.

AGRADECIMIENTO

A la Ing° MSc. ELIZABETH SUSANA ORDÓÑEZ GÓMEZ, asesora del presente trabajo de investigación por su orientación.

A los técnicos de laboratorio: Lucas, Celedonio, Glelia, Richard, Luis y en especial al Bach. QUINTO ESTELO, por su apoyo durante la ejecución de la presente investigación.

Al Ing° MSc. LUIS ALBERTO CONDEZO HOYOS, por el soporte brindado a esta investigación y por su valiosa amistad.

A los amigos y compañeros de estudio por los momentos compartidos.

A mis profesores y personal que labora en la UNAS, quienes de un modo u otro participaron en mi formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los objetivos planteados fueron: 1) Cuantificar el contenido de flavonoides 3 – Hidroxilo sustituido en cebollas roja y blanca. 2) Evaluar y comparar la capacidad antioxidante de las cebollas roja y blanca para inhibir la oxidación lipídica en carne oscura de pollo cocida, empacada al vacío y refrigerada. 3) Evaluar las características sensoriales de la carne oscura de pollo, tratadas con cebollas roja y blanca.

La cebolla deshidratada, fue obtenida por liofilización. Para la caracterización de las cebollas roja y blanca se realizó el análisis físico-proximal y la determinación de flavonoides 3-hidroxilo sustituido. Así mismo, para la carne de pollo se consideró el análisis físico-químico y microbiológico. Durante el almacenamiento (7 días) se realizaron los análisis: físico-químico: TBA (mg aldehído malónico/Kg muestra), acidez; pH y humedad; microbiológico: NMAV y sensorial: color, olor y sabor.

En las cebollas roja y blanca, el contenido de humedad fue 4,26 y 4,67%, respectivamente. El contenido de flavonoides 3 – hidroxilo fue 3,10 y 2,74 (mg de ácido gálico equivalente/ Kg de cebolla liofilizada), respectivamente. Comparando los resultados se observó que la cebolla blanca mostró mejor actividad antioxidante que la cebolla roja, aunque evidenciaron comportamiento similar. El mejor tratamiento fue 3% de cebolla blanca (EC2B); TBA (1,71 mg de aldehído malónico / Kg de muestra), acidez (0,14% ácido oleico), pH (6,2),

Humedad (64,27%) y NMAV (<10 ufc /g); la mezcla de cebolla y sal, también demostró inhibir la oxidación lipídica.

En la prueba sensorial los tratamientos 3% cebolla (EC2) y la mezcla de 1,6% cebolla y 1,5% sal (M), mostraron mejor estabilidad, en ambas variedades, alcanzando una clasificación para el atributo color "crema" y "crema opaco", olor "No agrada ni desagrada" y "Agradable" y sabor "Aceptable" y "Agradable".

SUMMARY

The present research was developed in the university: "Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria". The outlined objectives were: 1) To quantificate of flavonoids 3 - HidRoxy substituted in the red and white onion. 2) To evaluate and to compare the capacity antioxidant of the red and white onion to inhibit the fat oxidation in cooked chicken meat, vacuum packed and chilling.3) To evaluate the sensorial characteristics of the chicken meat, tried with red and white onion.

The dehydrated onion was obtained by freezing dry. For characterization of the red and white onion one carries out the proximal analysis and determination of flavonoid 3-hidroxy substituted. Likewise, for the chicken meat it was considered the physical-chemical analysis and microbiology. During the storage (7 days) the carried out analyses were: physical-chemical: TBA (mg aldehyde malonice/ Kg sample), acidity; pH and humidity; microbiology: NMAV and sensorial analysis: color, odor and flavor.

In the red and white onion the content of humidity was 4,26 and 4,67% and the flavonoid content 3 – hidroxy substituted was 3,10 and 2,74 (mg of equivalent Gallic acid / Kg of onion freezing dry); respectively. Comparing the applied treatments was observed what the white onion showed better activity antioxidant that the red onion, although they evidenced similar behavior.

The best treatment was 3% of white onion (EC2B); TBA (1,71mg of aldehyde malonice/ sample Kg), acidity (0,14% oleic acid), pH (6,2), Humidity (64,27%) and NMAV (<10 ufc /g); the onion mixture and salt, also demonstrated to inhibit the fat oxidation.

In the sensorial test the treatments 3% onion (EC2) and the mixture of 1,6% onion and 1,5% salt (M), they showed better stability, in both varieties; reaching a scale for color attribute "cream" and "opaque cream", odor "doesn't please", "neither it dislikes" and "Pleasant" and flavor "Acceptable" and "Pleasant flavor".

ÍNDICE GENERAL

	Pg
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
A. GENERALIDADES DE LA CEBOLLA.....	3
1. Clasificación taxonómica.....	3
2. Descripción botánica.....	4
3. Composición.....	4
4. Usos.....	6
5. Capacidad antioxidante.....	7
B. GENERALIDADES DE LA CARNE.....	12
1. Definición de carne de aves.....	12
2. Composición de la carne de aves.....	13
3. Molienda de la carne.....	14
4. Cocción de carnes.....	15
5. Comercialización de carnes.....	18
6. Microbiología de las aves.....	19
7. Proceso oxidativo de las carnes.....	21
C. ADITIVOS.....	22
1. Definición.....	22
2. Clasificación.....	23
3. Sal común.....	23
D. SISTEMAS DE CONSERVACIÓN DE CARNES.....	24

1.	Empacado al vacío.....	25
2.	Refrigeración.....	26
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
A.	LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN.....	28
B.	MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	28
C.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	28
1.	Materiales.....	28
2.	Equipos de laboratorio y proceso.....	30
3.	Reactivos y soluciones.....	31
D.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	32
1.	Caracterización de la cebolla liofilizada y de la carne de pollo.....	32
2.	Efecto de la cebolla y la sal en la carne de pollo.....	33
3.	Evaluación físico-química en los tratamientos óptimos.....	34
E.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	34
1.	Caracterización de la cebolla liofilizada.....	34
2.	Caracterización de la carne de pollo.....	35
3.	Efecto de la adición de cebolla y sal en la carne de pollo.....	36
4.	Evaluación físico- química y microbiológica en los tratamientos óptimos	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
A.	CARACTERIZACIÓN DE LA CEBOLLA LIOFILIZADA.....	42
1.	Análisis proximal.....	42

2. Determinación de flavonoides.....	45
B. CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE POLLO.....	47
C. EFECTO DE LA ADICIÓN DE CEBOLLA Y SAL EN LA CARNE DE POLLO.....	51
1. Análisis físico-químico.....	51
2. Análisis sensorial.....	65
D. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS ÓPTIMOS.....	70
1. Análisis físico-químico.....	70
2. Análisis microbiológico.....	75
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	79
VIII. ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pg
1. Composición de cebolla fresca y deshidratada.....	5
2. Algunos antioxidantes presentes en alimentos.....	9
3 Composición aproximada de carnes crudas y cocidas.....	14
4. Composición químico proximal de la cebolla liofilizada.....	42
5. Composición de la carne de pollo.....	48
6. Determinación de TBA en la carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.....	53
7. Determinación de TBA en la carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.....	55
8. Comportamiento de la acidez en la carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.....	58
9. Comportamiento de la acidez en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.....	60
10. Variación del pH en carne cocida de pollo tratada con cebolla roja y sal.....	62
11. Variación del pH en la crane de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.....	64
12. Evaluación del atributo color de la carne de pollo tratada con cebolla roja y sal.....	65
13. Evaluación del atributo color de la carne de pollo tratada con cebolla blanca y sal.....	66

14. Evaluación del atributo olor de la carne de pollo tratada con cebolla roja y sal.....	67
15. Evaluación del atributo olor de la carne de pollo tratada con cebolla blanca y sal.....	68
16. Evaluación del atributo sabor de la carne de pollo tratada con cebolla roja y sal.....	69
17. Evaluación del atributo sabor de la carne de pollo tratada con cebolla blanca y sal.....	70
18. Determinación de TBA en el producto final.....	72
19. Variación de la humedad en el producto final.....	74
20. Resultados de la numeración de aerobios viables en el producto final.....	75

I. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) perteneciente a la familia Liliácea, es una especie ampliamente cultivada en todo el mundo. Es principalmente usado como condimento para realzar el gusto y sabor de numerosos platos y en muchos países es usado también como vegetal fresco, cocido y deshidratado.

En numerosos estudios los extractos de cebolla evidenciaron actividad antihistamínica, antiinflamatoria, antialérgica, antitrombótica, antibacterial, antiviral, antioxidante y anticarcinogénica.

Los aspectos benéficos de la cebolla se deben a los compuestos organosulfurosos responsables de su olor y sabor característicos y de los flavonoides, que actúan como agentes reductores donadores de hidrogeno y como extinguidores del oxígeno singulete.

Debido a que la carne oscura de pollo posee un nivel relativamente alto de fosfolípidos hace que se incremente su susceptibilidad a cambios oxidativos, los cuales conllevan a pérdidas de calidad y valor nutritivo produciendo olores y sabores desagradables, especialmente después de la cocción, por este motivo las diferentes variedades de cebolla están recibiendo gran atención como antioxidante natural para ser aplicado en diferentes sistemas alimenticios; particularmente en productos grasos.

El presente trabajo de investigación consideró los siguientes objetivos:

- Cuantificar los flavonoides 3- hidroxyl sustituidos de las cebollas roja y blanca.
- Evaluar y comparar la capacidad antioxidante de las cebollas roja y blanca (*Allium cepa L.*) para inhibir la oxidación lipídica en carne oscura de pollo, empacada al vacío y refrigerada.
- Evaluar las características sensoriales de la carne oscura de pollo cocida, tratada con cebollas roja y blanca.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. GENERALIDADES DE LA CEBOLLA

Según Maroto (1989), la cebolla es una planta originaria del Asia, siendo una hortaliza muy apreciada por los antiguos pobladores de las riberas mediterráneas.

En el Perú las Zonas de producción son: Lima, Arequipa, Tarma, Huancayo, Huaraz, Piura (Delgado, 1993).

Casseres (1980), menciona que en el Perú el público se acostumbró a la cebolla roja, debido a que por mucho tiempo se sembró el cultivar Colorada Arequipeña. La parte principal de la cebolla es el bulbo que por su sabor, olor y textura especial se utiliza como alimento y condimento.

Las cebollas se clasifican según las dimensiones, de bulbo grueso y bulbo delgado; de acuerdo a sus colores pueden ser: rojas, blancas y amarillas; en cuanto a su maduración se encuentran las que se cosechan en primavera - verano y las de otoño – invierno (Fersini, 1974).

1. Clasificación taxonómica

Según Jones y Mann (1963), la cebolla es una planta originaria del Asia, científicamente conocida como *Allium cepa* L y tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Subfamilia : alioideas.

Familia : Liliáceas.

Orden : Liliofloras.
División : Fanerogramas
Género : Allium
Especie : Allium cepa L.

2. Descripción botánica

Según Delgado (1993), es una planta que tiene una altura de 40 a 50 cm y un diámetro de 80 a 100 cm. Presenta cultivares rojos, amarillos y blancos. El tipo de siembra puede ser directa, transplante y mixta. La época de siembra es todo el año, creciendo en un clima templado a cálido a una temperatura óptima entre 18 - 22°C, siendo la humedad relativa baja la que favorece la maduración de los bulbos y soporta ligeras heladas. Presenta un ciclo de vida bianual. La cebolla de transplante es medianamente tolerante a la salinidad y ligeramente tolerante a la acidez, con un pH de 5,8 a 6,5.

3. Composición

Según Fennema (1993), la cebolla tiene una composición nutritiva similar a otras hortalizas como se puede apreciar en el Cuadro 1; en estado fresco presenta un alto contenido de agua y bajo porcentaje de materia seca (8 a 10%, y hasta más de 20% en cebollas para deshidratación), carbohidratos, proteínas y lípidos.

Cuadro 1. Composición de la cebolla fresca y deshidratada (g compuesto / 100g producto).

Compuesto	Cebolla fresca	Cebolla deshidratada
Agua	89,1	4,0
Energía	38,0	350
Proteína	1,5	8,7
Grasa	0,1	1,3
Carbohidratos	8,7	82,1
Fibra	0,6	4,4
Ceniza	0,6	3,9

Fuente: Montes y Holle (1970)

El contenido máximo de agua de un tejido vegetal depende de sus características químicas y estructurales, así como de factores extrínsecos (Fennema, 1993).

Belitz y Gross (1988), mencionan que los azúcares que predominan en las hortalizas son la glucosa y la fructosa, así como la sacarosa.

La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares como la celulosa, la hemicelulosa y pectinas (Badui, 1994).

Fennema (1993), menciona que los lípidos de las plantas se hallan confinados en su mayor parte en las membranas celulares o en algunas plantas almacenadas como material de reserva. Así mismo, indica que el contenido de minerales de los tejidos vegetales varía desde 0,1% hasta 5% de su peso fresco y depende de la especie.

Belitz y Gross (1988), mencionan que la desecación de las hortalizas consigue disminuir el contenido de agua del producto fresco y con ello

preservar los componentes nutritivamente importantes, el gusto, el aroma y el aspecto. Además, se produce una concentración de los componentes principales, proteínas, carbohidratos y minerales.

La liofilización permite conservar mejor el aroma original ya que las reacciones químicas y las pérdidas de sustancias aromáticas quedan disminuidas al mínimo. En el caso de las cebollas el precursor responsable del flavor y aroma es S – (1– propenil) - cisteina sulfóxido.

La hidrólisis rápida de este precursor por la alinasa da lugar a un ácido sulfénico intermediario junto con amoniaco y piruvato. Este ácido sulfénico dará origen a la sustancia lacrimógena, tiopropanal – S – oxido, que participa en el aroma global de las cebollas frescas, formándose grandes compuestos que incluyen mercaptanos, disulfuros, etc. los cuales contribuyen también al aroma de la cebolla cocida.

Así mismo, en el bulbo de la cebolla existe la presencia de compuestos antioxidantes como vitamina A, vitamina C, vitamina E, β caroteno, flavonoides o compuestos fenólicos (Ying y Cheng; 1998).

4. Usos

La cebolla es principalmente usado como un condimento para realzar el gusto y flavor de numerosos platos y en muchos países es usado como vegetal fresco, cocido o deshidratado (Marotti y Piccaglia, 2002).

Según Maroto (1989), la gama de productos agroindustriales de cebolla es completa: aceites concentrados, pulpa congelada, deshidratados,

encurtidos, pastas, etc. que se usan en la alimentación humana, animal y en productos farmacéuticos.

Marotti y Piccaglia (2002), mencionan que desde la antigüedad la cebolla es tradicionalmente usada en la medicina folklórica por su actividad terapéutica como diurético, antiinflamatorio y para aliviar la tos y otros desordenes respiratorios.

5. Capacidad antioxidante

Los antioxidantes naturales al igual que los de origen sintético tienen la función de detener o retardar la reacción de oxidación en aceites, grasas y alimentos con alto contenido de grasa.

Los compuestos naturales causantes de esta acción antioxidativa son los compuestos fenólicos los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Dentro de estos grupos fenólicos se encuentran los flavonoides los cuales se caracterizan por tener varios grupos hidróxilo (Medina, 1997).

Ying y Cheng (1998), indican que la capacidad antioxidante de las plantas de la familia *Allium* se debe a la presencia de vitaminas antioxidantes (vitaminas A, C y E, β caroteno, etc.) y a los flavonoides o compuestos fenólicos.

El potencial de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos depende del sistema lipídico, la presencia de catalizadores metálicos, la temperatura de oxidación, la concentración del antioxidante, el estado de

oxidación y el método usado para evaluar la oxidación lipídica (Huang y Frankel, 1997).

a. Flavonoides

El término compuestos fenólicos abarca un gran número de sustancias que poseen un anillo aromático unido a uno o más constituyentes hidroxilo. Entre los compuestos fenólicos naturales se encuentran los flavonoides, los fenoles monocíclicos, los fenilpropanoides, las quinononas fenólicas y las curaminas. Cuando están puros, los fenoles simples son sólidos, incoloros, pero generalmente se oxidan y se vuelven oscuras por exposición al aire, la solubilidad en agua aumenta de acuerdo con el número de hidroxilos presentes y se disuelven rápidamente en soluciones acuosas y son bastantes solubles en disolventes polares (Valencia, 1995).

Según Kähkönen *et al.* (1999), la actividad antioxidante de los fenoles es principalmente debido a sus propiedades redox, la cuál hace que ellos actúen como agentes reductores, donadores de hidrogeno y como extinguidores del oxígeno singulete. En suma ellos tienen potencial de quelación de metales. A continuación en el Cuadro 2 se presenta algunos antioxidantes.

Cuadro 2. Algunos antioxidantes presentes en alimentos

Producto	Antioxidantes
Té verde y negro	Polifenoles, catequinas
Café	Esteres fenólicos
Vino blanco	Acidos fenólicos
Romero, salvia y otros	Acido carnosic y ácido rosmaric
Cítricos y otras frutas	Bioflavonoides, chalconas
Cebollas	Quercetina, Kaempferol
Aceitunas	Polifenoles

Fuente: Kinsella *et al.*, 1993.

Según Karastogiannidou (1999), los efectos benéficos de la adición de cebolla a la carne de pollo, es debido al contenido de compuestos fenólicos, principalmente la quercetina.

b. Estructura química de los flavonoides

Según Kinsella *et al.* (1993), la estructura básica de los flavonoides se denomina 2- fenilbenzopirona y consiste en la fusión de los anillos A y C, con un anillo de fenilo unido a la posición 2 del anillo C.

La quercetina es un flavonoide no crítico ampliamente distribuido en los alimentos. Está calificado como una flavona debido a que contiene la estructura 2- fenilcromona (Medina, 1997).

En la Figura 1 se muestra la estructura de la quercetina.

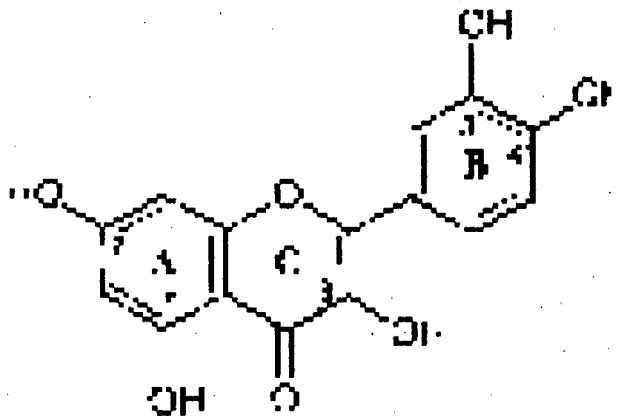


Figura 1. Estructura química de la quercetina.

c. Distribución y estado natural de los flavonoides

Los flavonoides se encuentran distribuidos ampliamente en plantas verdes. Se han encontrado en las diferentes partes de las plantas y se les encuentra en forma libre, como glicósidos como sulfatos y algunas veces como dímeros y polímeros.

Extractos crudos de frutas y hierbas, vegetales, cereales y otras plantas ricas en materiales fenólicos están incrementando el interés de la Industria alimentaria, porque ellos retardan la degradación oxidativa de los lípidos y por lo tanto mejoran la calidad y el valor nutricional de los alimentos.

El ajo, la cebolla amarilla y roja, papa, espárragos habas y brócoli fueron evaluados entre los vegetales más potentes (Kähkönen *et al.*, 1999).

d. Propiedades de los flavonoides

Los flavonoides son importantes por sus propiedades anti-inflamatorias, antibacterial, antiviral, antimutagénica, antialérgica, antioxidante y anticancerígena (Viswanathan *et al.*, 2000).

Marotti y Piccaglia (2002), en recientes investigaciones confirmaron estas propiedades medicinales, mostrando importancia futura por sus actividades biológicas.

Extractos acuosos y etanólicos de cebolla mostraron efectos quimioprotectores contra las N – nitrosaminas. El jugo de la cebolla exhibió una actividad hipoglucémica en experimentos con animales y el consumo de cebolla demostró prevenir el aumento del colesterol del suero después de ingerir un alimento graso, así mismo, el control del *Helicobacter*, uno de los factores riesgosos para el cáncer al estómago.

Estos efectos farmacológicos pueden ser atribuidos a los compuestos órgano sulfurados, responsables del olor y flavor típico de la cebolla y a los flavonoides en particular a la quercetina, la cuál como se sabe posee propiedades anticarcinogénicas.

e. Extracción y cuantificación de flavonoides

Los solventes empleados en la extracción de estos compuestos son muy variados y pueden ser desde muy polares como el agua y el etanol para glicósidos y agliconas muy hidroxilados hasta menos polares como éter y cloroformo para flavonas altamente

metóxiciladas. Es recomendable emplear una sucesión de dos o más solventes usualmente en el orden lipofílico e hidrofílico; ejemplo, éter de petróleo, benceno, éter etílico, acetato de etilo, alcoholes y finalmente agua, aunque este último presenta la desventaja de su alto punto de ebullición y presión de vapor, que dificulta luego al ser removido rápido y completamente el extracto (Lock, 1994).

Según Valencia (1995), la caracterización completa de una mezcla requiere de análisis cuantitativo de los constituyentes, además del conocimiento de cuáles son estos; se han desarrollado muchas pruebas de coloración y de reacciones para determinar la presencia de compuestos particulares, algunas de estas pruebas son características, específicas y sensibles.

B. GENERALIDADES DE LA CARNE

1. Definición de carne de aves

Es una expresión muy amplia, ya que comprende todas las porciones de la canal que sirven para el consumo humano, y frecuentemente también los alimentos elaborados a partir de estas, por otra parte se limitan a aquellos géneros y especies que son objeto de inspección legal (Prändl *et al.*, 1994).

La carne es la parte comestible de las aves sacrificadas y evisceradas en condiciones higiénicas. Se incluyen en este concepto las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que casi

siempre están unidos a éste durante los procesos de manipulación, preparación y transformación (Pascual y Calderón, 1999).

Según Austic y Nesheim (1994), pollos y pavos poseen músculo rojo y blanco. El músculo rojo posee más mioglobina que el blanco.

2. Composición de la carne de aves

La composición de la carne de aves es particularmente favorable para el hombre. Se trata de un alimento de gran valor como fuente de proteínas; por su proporción relativamente escasa de sustancia colágena, es muy digestible (Grossklaus, 1979). Así mismo, Alasnier *et al.* (2000) y Giavarini (1981), mencionan que la carne de pollo posee un elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados y por lo tanto una baja cantidad de colesterol. En el Cuadro 3, se presentan la composición aproximada de carnes crudas y cocidas.

Charley (1991), indica que la carne de aves es muy buena fuente de hierro y fósforo; al igual que las carnes magras es buena fuente de vitamina B. La carne roja es más rica en riboflavina, pero la blanca es más rica en niacina. El contenido de grasa varía de acuerdo con la edad del ave, desde menos del 5% en los pollos jóvenes, hasta cerca del 75% en gallinas maduras, también varía con el tipo de ave. La carne roja tiene más grasa y más tejido conectivo que la blanca.

Cuadro 3. Composición aproximada y valor calórico de carne magra, cruda y cocida de algunas especies.

Tipo de carne y		Porcentajes			calorías
estado físico	Proteína	Humedad	Grasa	Cenizas	100g
Vacuno					
Cruda	21,5	69,5	8,0	1,0	160
cocida	30,0	58,0	10,0	1,4	230
Pollo, carne roja					
Cruda	20,6	73,7	4,7	1,0	130
Cocida	28,0	64,4	6,3	1,2	176
Pollo, carne blanca					
Cruda	23,4	73,7	1,9	1,0	117
Cocida	31,6	63,8	3,4	1,2	166
Halibut					
Cruda	20,9	76,5	1,2	1,4	100
Cocida	25,9	66,6	7,0	1,7	171
Ovino					
Cruda	19,5	71,5	7,0	1,5	145
Cocida	27,0	61,5	8,5	2,0	200
Cerdo					
Cruda	19,5	69,5	9,5	1,0	170
Cocida	29,0	57,0	12,0	1,3	230
Ternera					
Cruda	20,0	75,0	3,5	1,0	130
Cocida	29,0	63,0	5,5	1,6	175

Fuente: Forrest *et al.* (1979).

3. Molienda de la carne

El molido es un proceso similar al picado, la principal diferencia es la ausencia de un tornillo y la elevada velocidad de funcionamiento. El equipamiento es de configuración vertical cayendo las carnes por su propio peso hasta la cuchilla y las placas. El material es troceado más finamente que durante el picado, pero se producen algunos desgarros al pasar a través de la placa fija perforada. La operación es mucha más rápida que el picado y se adapta mejor a las operaciones con alto rendimiento de producto (Varnam y Sutherland, 1998).

Forrest *et al.* (1979), indican que el tamaño o grado de trituración difiere mucho en los distintos productos elaborados. Este proceso presenta ventajas como:

- Una mayor uniformidad del producto debido al tamaño de la partícula y una distribución regular de los ingredientes.
- Aumento en el ablandamiento de la carne debido a la subdivisión en partículas pequeñas.

Así mismo, Price y Scheweigert (1994), mencionan que el picado de la carne generalmente disminuye el tiempo de vida media, ya que durante el mezclado asociado al picado aumenta la superficie a la que los microorganismos puedan acceder y se incorpora oxígeno. En este caso también, la decoloración es el primer síntoma de deterioro.

En la elaboración de hamburguesas el picado es demasiado fino para una buena calidad del producto final (Varnam y Sutherland, 1998).

4. Cocción de carnes

Las carnes generalmente se sirven cocidas por una serie de razones válidas. El calor destruye a los microorganismos que pueden haber contaminado la superficie. Además, para hacer a la carne más segura de comerse; el cocimiento cambia el color, altera la capacidad de retención de agua, afecta la suavidad, desarrolla el sabor y especialmente el aroma característico de la carne. Algunos métodos de cocimiento producen un producto más sabroso que otro (Hawthorn, 1983).

a. Comportamiento de la carne durante la cocción

Birch *et al.* (1982), menciona que cuando la carne se cocina, el colágeno que es una proteína se coagula, se hidroliza, con un calentamiento posterior por la cocción del agua se transforma en una gelatina suave y soluble. Parte de la gelatina se funde y parte se disuelve en cualquier líquido presente, el flujo de gelatina producido provoca el encogimiento de las fibras musculares. Cuando la proteína muscular alcanza una temperatura alrededor de 60°C, se desnaturaliza y coagula, provocando un nuevo encogimiento de la carne.

El efecto final es que al masticar la carne, las fibras musculares se separan fácilmente y desarrollan una textura corta y quebradiza masticable.

b. Efectos de la cocción

La cocción de la carne produce una serie de cambios en el tejido muscular:

- El calor trae consigo cambios en el pigmento que altera el color de la carne. Cuando la carne se calienta la mioglobina se convierte en oximioglobina y el posterior calentamiento hace que la unidad proteica del pigmento se desnaturalice, el hierro ferroso se oxida y la carne adopta el color café grisáceo o casi blanco en el caso del cerdo y el pollo (Hawthorn, 1983).

- López *et al.* (2001), mencionan que tanto la duración como la temperatura de cocinado influyen en la naturaleza e intensidad del olor y sabor de la carne. Evidenciándose que la cocción descompone uno o más precursores en el tejido muscular (lactonas, compuestos de azufre, pirazina, carbonilos, etc.) para dar el sabor básico de la carne cocida.
- El calentamiento disminuye o aumenta la suavidad de la carne, este efecto también está relacionado con la capacidad de retención de agua, produciéndose pérdida de peso por eliminación de agua y grasa (Hawthorn, 1983).
- El cocimiento no disminuye apreciablemente el valor nutricional de las proteínas de la carne, dependiendo del método de cocción utilizado (Hawthorn, 1983).

c. Cocción por microondas

Es un método de cocción seco, debido a que la carne se cuece sin añadir agua y sin tapar el recipiente. La carne se expone a energía radiante o en contacto con aire caliente. La carne molida se cocina bien de esta manera (Hawthorn, 1983).

Forrest *et al.* (1979), mencionan que el empleo de microondas para calentar la carne constituye un método moderno de cocinado muy rápido. El calentamiento es consecuencia de la conversión de la energía de la microondas en calor por la fricción de las rotaciones moleculares internas causadas por las interacciones de las

moléculas de agua con un campo electromagnético (915 a 2450 megahertzios o millones de ciclos/ segundo). Las microondas están situadas entre la banda de frecuencia de los rayos infrarrojos y las ondas de radio del espectro electromagnético (Jay, 1994).

Charley (1991), indica que el calor se genera en el interior del alimento como resultado de una rápida oscilación. El interior de un horno microondas permanece frío, igual que el recipiente que contiene el alimento; cualquier elevación de la temperatura de este último es resultado del contacto con el alimento. El tiempo de cocción varía con la carga dentro del horno y con la humedad contenida en el alimento. Los controles de un horno microondas consisten en un interruptor maestro, un botón para iniciar la cocción y un marcador del tiempo; siendo importante este último porque una pequeña diferencia en el tiempo de cocción de solo unos cuantos segundos puede hacer una gran diferencia en la cocción adecuada de la mayoría de los alimentos.

Para probar la cocción en su punto de carnes asadas y cocidas se toma en cuenta la temperatura interna, estableciéndose para filetes de 4 a 7 minutos para alcanzar 70°C (Wu *et al.*, 2000).

5. Comercialización de la carne de aves

Las aves se venden enteras, en partes y con procesamiento adicional. Se emplea varios grados de cortes desde mitades simples a cortes principales. Una proporción sustancial de aves procesadas se prepara

todavía para emplearse en productos como partes precocidas congeladas, sopas, lonjas de carne, cortes fríos, comidas congeladas, pasteles de pollo, embutidos y otros productos especializados (Austic y Nesheim, 1994).

Según Desrosier (1997), la carne cocida puede partirse en cubos y el caldo descartarse o utilizarse para fabricar tartaletas de pollo, sopas y otros productos. A veces, las aves se fríen para venderse como comidas empacadas, congeladas, precocidas del tipo "calentar y servir".

La carne deshuesada de aves, generalmente de cuellos, lomos y alas se utilizan como carnes rojas para fabricar salchichas y productos de bologña.

6. Microbiología de las aves

Nickerson y Sinskey (1978), mencionan que las bacterias que causan alteraciones en aves proceden del suelo y del agua; especialmente del primero. En aves después de haberse efectuado el procesado, las bacterias de la piel son generalmente especies del género *Pseudomonas*.

El ave puede ser portadora de tres tipos de microorganismos contaminantes: *estreptococos*, *salmonellas* y *estafilococos*. Los dos primeros microorganismos causan intoxicación alimentaria mientras que con el estafilococo el daño se debe a la toxina (Charley, 1991).

Las principales causas de alteración de las aves está limitada principalmente a la superficie. Las partes internas del tejido de las carne

de aves son generalmente estériles o contienen relativamente pocos microorganismos, los cuales generalmente no crecen a temperaturas bajas (Jay, 1994).

La mayoría de los patógenos son mesófilos y con pocas excepciones, su crecimiento no constituye un problema en los alimentos refrigerados. Las *Salmonellas* no crecen a temperaturas inferiores a 6°C, *Staphylococcus aureus*, es capaz de soportar bajas temperaturas y de crecer a 7 °C, pero el límite inferior para la producción de toxinas es algo más elevado (ICMSF, 1980).

En cuanto a la flora patógena, es evidente que la carne de pollo es una de las mayores fuentes de toxiinfección en el hombre. La *Salmonella*, no parece ser parte de la flora intestinal normal de las aves, más bien la adquieren del ambiente, de los piensos y por sus condiciones de vida cuando se crían de forma intensiva. En cuanto a *Staphylococcus aureus* se introducen en el matadero a través de las aves vivas, que llevan el germen en sus plumas, patas y fosas nasales y que persisten en el material utilizado para el eviscerado y particularmente en los dedos de los desplumadores, la tasa de este microorganismo disminuye de forma ostensible utilizando medios apropiados de limpieza y desinfección (Pascual y Calderón, 1999).

7. Proceso oxidativo de la carne

En la carne fresca, la oxidación no limita su conservación en frío, sin embargo, en la carne triturada, el enranciamiento aparece a los 2 a 3 días de su conservación a 5° C. Finalmente, es un problema mucho más importante en el caso de la carne congelada o refrigerada tras cocción, lo cuál se debe a que durante la cocción por desnaturalización se liberan hemoproteínas (mioglobina y hemoglobina) con la consiguiente acción catalizadora, dada la presencia de grupos moleculares con hierro. La carne de aves es más susceptible a la oxidación, puesto que contiene fosfolípidos ricos en ácidos grasos insaturados. Las salazones de la carne tienen una oxidación muy rápida, al parecer la presencia de cloruro sódico favorece las reacciones (Larrañaga *et al.* , 1999).

Según Tecnología Alimentaria (1995), los alimentos sufren una serie de alteraciones, debido a la acción del oxígeno, la luz, el calor y al contactarse con metales pesados como el Cu y el Fe. El fenómeno más común es el deterioro por oxidación que se presenta tanto en los alimentos acuosos como grasos.

Se ha determinado, que la oxidación se lleva a cabo en tres pasos: primero se lleva a cabo por reacción de un ácido graso insaturado (RH) con el oxígeno. Esta reacción es catalizada por los diferentes factores los cuales dan como resultado los radicales libres (R) . En el segundo paso reacciona el R con el oxígeno y se forma el radical peróxido (ROO); el cuál reacciona de nuevo con un ácido graso insaturado y se forma el hidroperóxido (ROOH). El tercer paso de la reacción de oxidación

consiste en la descomposición de los hidroperóxidos en aldehídos, cetonas, ésteres y compuestos volátiles, los cuales son responsables del característico olor a rancio. La reacción de oxidación no solo afecta el olor y sabor del alimento, sino además su calidad nutricional, tal es el caso de las vitaminas A, D y E las cuales se destruyen, además disminuye el valor calórico y el contenido de ácidos grasos esenciales como el ácido linolénico (Medina, 1997).

El proceso de autoxidación de las grasas y aceites, es un proceso irreversible porque no se puede impedir, tan solo retardar tomando ciertas medidas durante el procesamiento y con el uso de antioxidantes (Tecnología Alimentaria, 1995).

La oxidación lipídica produce alimentos con baja calidad y su toxicidad se ha implicado en algunos aspectos patológicos como mutagénesis y carcinogénesis (Dacaranhe y Terao, 2001).

C. ADITIVOS

1. Definición

Industria Alimenticia (1998), menciona que se consideran legalmente como aditivos alimentarios a aquellas sustancias añadidas intencionalmente a los alimentos para mejorar sus propiedades físicas, sabor, conservación, etc., pero no aquellas añadidas con el objetivo de aumentar su valor nutritivo.

2. Clasificación

Multon y Lapatre (1988), indican la siguiente clasificación de categorías establecidas según los decretos de Francia: Colorantes, conservadores, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, espesantes, agentes antiglomerantes, agentes de textura, agentes de aromatización y agentes de fabricación.

3. Sal común

Según Weinling (1973), la sal de acuerdo a su forma de obtención se constituyen entre sal de gema y sal refinada. Ambas sales contienen 98 a 99%, de cloruro sódico. La sal refinada forma cristales blancos transparentes y se expide en gránulos de 0,5 a 2,5 mm. Debe ser de color blanco puro y están cristalizadas sin exhibir sustancias extrañas, sin productos nocivos para la salud y con puro sabor a salado. Sobre los productos cárnicos actúan conservándolas y mejorando su sabor.

La sal añadida en la formulación (carnes) en cantidades de 2 a 3% con el fin de incrementar la extractibilidad de proteínas miofibrilares, inhibe el crecimiento microbiano y constituye el aroma y sabor del producto final. De 2 a 3% de sal es la concentración mínima para lograr propiedades de cohesión en la carne (García *et al.* 1999).

Según Luck (1981), la sal es un aditivo utilizado en la elaboración de productos cárnicos crudos y cocidos y que resulta ser el más importante.

La sal participa en diferentes reacciones durante el proceso de elaboración:

- Disminuye la actividad de agua del sistema permitiéndole con ello que disminuya la posibilidad de vida de los microorganismos.
- Tiene participación como saborizante.
- La sal es un buen medio selectivo de la microflora favoreciendo el desarrollo de las bacterias lácticas.
- Una de las desventajas de los productos tratados con sal es que muestra una elevada tendencia a oxidarse, es así que por acción de la sal el valor biológico de los alimentos se ve disminuido.

Según Kim *et al.* (2000), el éxito de la sal es probablemente a que es usado como preservativo en alimentos, porque inhibe el crecimiento de los microorganismos de putrefacción y patógenos. En cuanto a su acción sobre las grasas esta acelera la rancidez por acción del ion cloro del NaCl y disminuye la actividad de las enzimas antioxidantes.

D. SISTEMAS DE CONSERVACION EN CARNES

Según Price y Scheweigert (1994), las medidas de conservación han de aplicarse justo después del sacrificio con el objetivo de retrasar o prevenir ciertos cambios que hacen a la carne inadecuada para el consumo o degradan alguna característica de calidad. Los modos de alteración son múltiples y pueden ser clasificados en físicos, químicos y microbiológicos.

Frazier (1993), menciona que la conservación de las carnes se puede conseguir mediante la combinación de distintos sistemas de conservación.

1. Empacado al vacío

El envasado al vacío se consigue introduciendo las carnes a bolsas o saquitos de plástico, seguida de la eliminación del aire mediante una máquina de envasado al vacío y del cierre de la bolsa mediante un soldador mecánico (Jay, 1994).

ICMSF (1980), menciona que este tipo de envasado ofrece ventajas, tales como:

- **Química:** puede impedir el paso del vapor de agua, del oxígeno y de otros gases o actúa de forma selectiva, permitiendo sólo el paso de algunos gases.
- **Física:** el envasado puede proteger de la luz, polvo y la suciedad, de las pérdidas de peso y de los daños mecánicos.
- **Biológica:** el envasado puede impedir el acceso al alimento de microorganismos e insectos, afectar el modo de velocidad de alteración o la supervivencia o crecimiento de los gérmenes patógenos que pudieran haber en el alimento.

En el envasado al vacío con película adherida el producto se envasa para que no exista espacio de cabeza en el interior del envase, es decir el envase está en íntimo contacto con el producto independientemente de la forma del mismo (Brody, 1996).

Según Price y Scheweigert (1994), envasar al vacío significa eliminar el aire del envase; esto produce una presión diferencial entre el interior y el exterior del envase, en el caso de las películas flexibles. Este contacto

entre la película impermeable y el producto crea un ambiente anaeróbico que favorece la conservación del alimento.

Un factor importante en el envasado de la carne es el control del agua y del vapor de agua; seleccionando el adecuado material de envasado a prueba de humedad y técnicas de empaçado que no dejen espacios vacíos en el interior del envase, se logra la protección completa frente a las pérdidas de humedad y el óptimo aspecto del producto. Las películas de polietileno de baja densidad encuentran muchas aplicaciones en el empaçado de la carne que los más densos. Las películas de polietileno constituyen formidables barreras antivapor y conserva la flexibilidad a temperaturas bajas.

2. Refrigeración

La refrigeración protege al tejido muscular al retrasar el crecimiento de los microorganismos y retardan las reacciones químicas y enzimáticas, en general es aconsejable una temperatura tan baja como sea posible sin llegar a la congelación (Fennema, 1993).

Bourgeois *et al.* (1994), indican que el descenso de la temperatura de las carnes resulta necesario, por un lado para evitar alteraciones principalmente de putrefacción que se produce con cierta rapidez a temperatura ambiente, y por otro, para eliminar los riesgos producidos por el desarrollo de gérmenes patógenos responsables de intoxicaciones alimentarias. Además la temperatura controla la velocidad

a la que aparecen las características organolépticas postmortem de la carne (terneza, aroma, color, jugosidad, etc.).

ICMSF (1980), menciona que las temperaturas de refrigeración habitualmente se consideran incluidas en el rango de -1 a 7° C; así mismo, que el efecto de la refrigeración depende de la temperatura y el tiempo de almacenamiento. La mayoría de los patógenos son mesófilos y con pocas excepciones, su crecimiento constituye un problema en los alimentos refrigerados. Las *salmonellas* no crecen a temperaturas inferiores a 6° C. *Staphylococcus aureus*, es capaz de soportar bajas temperaturas y de crecer a 7° C, pero el límite inferior para la producción de su toxina es algo más elevado.

Frazier (1993), menciona que se debe tener en cuenta que mientras la carne de ave permanece almacenada en refrigeración, en la misma tienen lugar reacciones químicas que nada tiene que ver con la actividad del microorganismo, que con el tiempo determinen que su calidad disminuya.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria de Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco a una altitud de 660 m.s.n.m. con una humedad relativa promedio de 84% y una temperatura promedio de 24 – 26 °C. Durante el periodo comprendido entre febrero del 2002 y enero del 2003.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Espectrofotometría, Tecnología de Carnes, Análisis Sensorial y Microbiología de los Alimentos.

B. MATERIA PRIMA E INSUMOS

- Muslos de pollo, adquiridos en el mercado de abastos de Tingo María.
- Cebolla (*Allium cepa* L.) variedades roja y blanca, adquiridas en el mercado de Huánuco y luego liofilizadas.
- Sal común pulverizada.

C. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

1. Materiales

a. Materiales de vidrio

- Balones 500 ml. Pyrex, USA.
- Probetas, 50, 100 ml. Fisher Brand, Germany.

- Pipetas 1, 5, 10 ml. Fisher Brand, Germany.
- Tubos de ensayo 10 ml. Venogel.
- Fiolas 25,50, 100 ml. Pyrex, México.
- Vasos de precipitación, 50, 100,200, 500 ml. Kimax, U.S.A.
- Lunas de reloj. Pyrex, U.S.A.
- Matraz volumétrico 500,1000 ml. Kimax, U.S.A..
- Buretas 25, 50 ml. Fortuna, Germany
- Termómetro (0- 140 °C). LW, Germany.
- Campanas de desecación. Pyrex, U. S. A.
- Pesa filtro. Schot Duran, Germany.
- Crisoles de porcelana. Haldenwanger, Berlín.
- Placas petri. Kimax, U. S. A.
- Perlas de vidrio. Durcan.
- Mortero y pilón. Haldenwanger, Berlín.
- Balones de digestión. Pyrex, U.S.A.

b. Materiales de plástico y papel

- Bolsas de empaado a vacío de baja densidad con 60 μ de porosidad.
- Pipetas 10 ml. Brand, Germany.
- Jarras 1l.
- Baldes 5 l.
- Tazones.
- Tablas de picar.

- Cubetas de polietileno 1ml.
- Papel filtro. Whatman # 42. 110 mm Ø.

c. Materiales de metal

- Gradillas.
- Pinzas.
- Mecheros.
- Asa de siembra.
- Cucharas.
- Tazones de 10 l.
- Espátula.
- Rejilla metálica.
- Soporte universal.
- Sujetadores de balones.
- Ollas de acero inoxidable.
- Platos.

2. Equipos de laboratorio y proceso

a. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica, Galaxy Ohaus Electronic, modelo 6160, capacidad 500g, U.S.A.
- Estufa con circulación de aire caliente. "Presición", serie 10AS/5, modelo 18EM, con 7 divisiones y 2 rejillas, U.S.A.
- Mufia. Heracus. Type 170. Hasta 1000 °C. 220 V. USA.

- Espectrofotómetro visible (UV) molecular. Termo Spectronic. Génesis 8, U.S.A.
- Estufa científica. Labor Muzeripari, Hungary.
- pH – metro. Hanna, Singapur.
- Digestor eléctrico de proteína. Labconco, U.S.A.
- Equipo micro Kjeldahl. Pyrex, USA.
- Equipo de destilado (TBA). Fortuna, Germany.
- Equipo refrigerante para fibra. Labconco, U.S.A.
- Equipo de soxhlet. Pyrex, USA.
- Desecador. Pyrex, U.S.A.
- Cocina a gas. American (Surge), balón de 15 lbs.
- Cuenta colonias. Québec.

b. Equipos del proceso

- Balanza comercial. Visión. Cap. 10 Kg, Perú.
- Balanza gramera. Ohaus. Cap. 2.110 Kg.
- Empacadora a vacío. Multivac. Tip. A 3000/ 16. Germany.
- Horno microondas. Chef Samsung. Modelo: MW880GRA. Corea (propio).
- Refrigeradora. Coldex. Modelo: LP10B.
- Molino.

3. Reactivos y soluciones

- Hidróxido de sodio; Q.P; 0,1N; 1,25% Riedel de Haen, Germany.

- Acido clorhídrico al 35%, 0,4M; 0,02N; 10%. Panreac, Germany
- Acido acético glacial al 99,8%. Riedel de Haen, Germany.
- Acido sulfúrico Q. P; 1,25%, 0,1 N. EM Science, Germany.
- Acido bórico 0,2%. Riedel de Haen, Germany.
- Ácido galico 10 mM. Riedel de Haen, Germany.
- Molibdato de amonio (0,02%). Riedel de Haen, Germany.
- Catalizador de proteína: oxido de mercurio y sulfato de potasio. Merk, Germany.
- Acido 2 – tiobarbiturico (TBA). Merk, Germany.
- Hexano absoluto Q.P. EM Science, Germany.
- Etanol 96 ° GL. Induquímica S.R. Ltda. Perú.
- Metanol al 50%. Sigma, Germany.
- Azul de metileno. Difco, Germany
- Fenolftaleina al 1%. L & H Chemical Products, U.S.A.
- Agua destilada.
- Agar plate count. Merk, Germany.

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS

1. Caracterización de la cebolla liofilizada y de la carne de pollo

- a. **Humedad:** Para la cebolla liofilizada y la carne de pollo se utilizó el método 950.46 (AOAC, 1995).
- b. **Cenizas:** método 920.153 (AOAC, 1995).
- c. **Grasa:** método 991.36 (AOAC, 1995).
- d. **Proteína:** método 976.05 (AOAC, 1997).

- e. **Fibra:** método 1. 11. A, descrito por Hart y Fisher (1991).
 - f. **Carbohidratos:** Se determinó por diferencia de los demás componentes (Hart y Fisher, 1991).
 - g. **pH:** Para este análisis se utilizó el método recomendado por la ITINTEC (1975), Norma Nacional 201.07, mencionado por Kirk *et al.* (1996).
 - h. **Determinación de flavonoides 3 – hidroxyl sustituido:** Este análisis espectrofotométrico se realizó de acuerdo al método de Vismawanathan *et al.* (2000).
 - i. **TBA (mg de aldehído malónico/ Kg. de muestra):** Se utilizó el método recomendado por Kirk *et al.* (1996).
 - j. **Análisis microbiológico:** Se realizó el recuento de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV) a través del método descrito por la ICMSF (1983).
- 2. Efecto de la adición de cebolla liofilizada y sal en la carne de pollo**
- a. **Análisis físico-químico**
 - **TBA (mg de aldehído malónico/Kg de muestra):** Grado de oxidación de lípidos, recomendado por Kirk *et al.* (1996).
 - **Acidez:** Se utilizó el método descrito por la ITINTEC (1995), Norma Nacional 201,07 mencionado por Kirk *et al.* (1996).
 - **pH:** método recomendado por la ITINTEC (1975), Norma Nacional 201.07, mencionado por Kirk *et al.* (1996).

b. Análisis sensorial.

Se realizó la evaluación sensorial de los atributos color, olor y sabor, recomendado por Mackey *et al.* (1984).

3. Evaluación físico-química y microbiológica de los tratamientos óptimos

Se consideró como óptimos a los dos mejores tratamientos: 3% de cebolla liofilizada (EC2) y la mezcla 1,6 % de cebolla liofilizada y 1,5% de sal (M), para ambas variedades de cebollas (roja y blanca), obtenidos a partir de la etapa anterior.

a. Análisis físico-químico

- **TBA** (Prueba del ácido 2 -tiobarbitúrico): Grado de oxidación de lípidos, recomendado por Kirk *et al.* (1996).
- **Humedad**: método 950.46, recomendado por la AOAC (1995).

b. Análisis microbiológico

El recuento de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV), según el método de REP, descrito por la ICMSF (1983).

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**1. Caracterización de la cebolla liofilizada**

Las cebollas fueron adquiridas de un mercado mayorista y seleccionadas considerándose el color de la piel (roja y blanca). Estas fueron peladas, lavadas enteras y finamente picadas manualmente, dividida en bandejas y llevadas a liofilizar para reducir su volumen y

proveer una fuente consistente de flavonoides y para su preservación. El producto secado y molido, antes de guardarse fue sellado al vacío en bolsas de polietileno y guardadas en atmósfera controlada hasta ser usadas en los análisis pertinentes y en los experimentos de cocinado.

a. Análisis proximal

Se realizaron los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra bruta, cenizas, cada una con tres replicas.

b. Determinación de flavonoides 3 – hidroxy sustituido

Para este análisis se obtuvieron extractos a partir de 1g de cebolla liofilizada en 10 ml de metanol al 50%. En esta prueba espectrofotométrica se constituyó una curva patrón, que consiste en la preparación de una solución stock de ácido gálico 10 mM en metanol al 50% a diferentes concentraciones (1 a 7 mM), seguidamente se hizo reaccionar con molibdato de amonio (0,02%) preparado en metanol al 50% conteniendo 0,1 N de ácido sulfúrico, la reacción fue de 100 μ l de ácido gálico en 900 ml de molibdato de amonio, leído luego a 430 nm registrándose las lecturas de absorbancia del extracto metanólico.

2. Caracterización de la carne de pollo

Los muslos de pollo fueron lavados con agua de grifo. La piel, grasa externa visible y el tejido conectivo fueron removidos. La carne fue congelada para su posterior molienda, empacadas al vacío y almacenadas a refrigeración hasta ser analizadas.

a. Análisis físico-químico

Los contenidos de humedad, grasa, proteína, ceniza, pH de la carne oscura de pollo fueron determinados usando métodos estándares. El grado de oxidación (TBA) fue medido usando el método de destilado; a 5ml de destilado se le adiciona 5 ml de reactivo TBA (0,2883g/ 100 ml ácido acético al 90%), se lleva a ebullición por 35 minutos, se enfrían y se leen a 538 nm en un espectrofotómetro UV, las absorbancias (D) medidas fueron corridas de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{TBA(mg aldehído malónico/kg muestra)} = 7.8 \times D.$$

b. Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de microorganismos aerobios viables (NMAV) por el método REP, utilizando agar plate count, las muestras se incubaron a 35-37°C/ 24-48 h.

3. Efecto de la adición de cebolla liofilizada y sal en la carne de pollo.

Esta evaluación se llevó a cabo siguiendo los pasos de la Figura 2 y 3. Los muslos de pollo fueron manipulados con asepsia. El molido se realizó con un disco de diámetro 3 mm en un molino hechizo, se dividió en 7 porciones de 120 g c/u para el análisis físico-químico, sensorial y microbiológico. A cada porción se le adicionó el tratamiento correspondiente y se mezcló para homogeneizar, luego se cocinaron las muestras en un horno microondas por 3-4 min. a alta potencia;

posteriormente se empacaron al vacío en bolsas de polietileno a una presión de 35 milibar y con un tiempo de sellado de 1,6 s a una distancia de 11 cm. El almacenamiento se realizó por 7 días a temperatura de refrigeración (4 – 8 °C).

a. Análisis físico-químico

Se evaluó por un periodo de 7 días, efecto de diferentes concentraciones de extracto seco de cebolla y de sal; los análisis realizados fueron: TBA, Acidez y pH.

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el diseño estadístico completamente al azar (DCA), para los niveles donde existía significancia estadística, se empleó la prueba de tuckey ($p < 0.05$).

b. Análisis sensorial

Los atributos evaluados fueron: color, olor y sabor en carne de pollo molida y cocida (Anexo 2), para lo cuál se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, el diseño estadístico aplicado fue Bloque incompleto balanceado (Tipo I) reportado por Cox y Cochran (1974), se trabajó con 6 tratamientos (Anexo 3); los parámetros fueron: $t = 6$, $K = 2$, $r = 5$, $b = 15$, $\lambda = 1$, $E = 0.60$. Para los niveles donde existía significancia estadística se empleo la prueba de tuckey ($p < 0,05$).

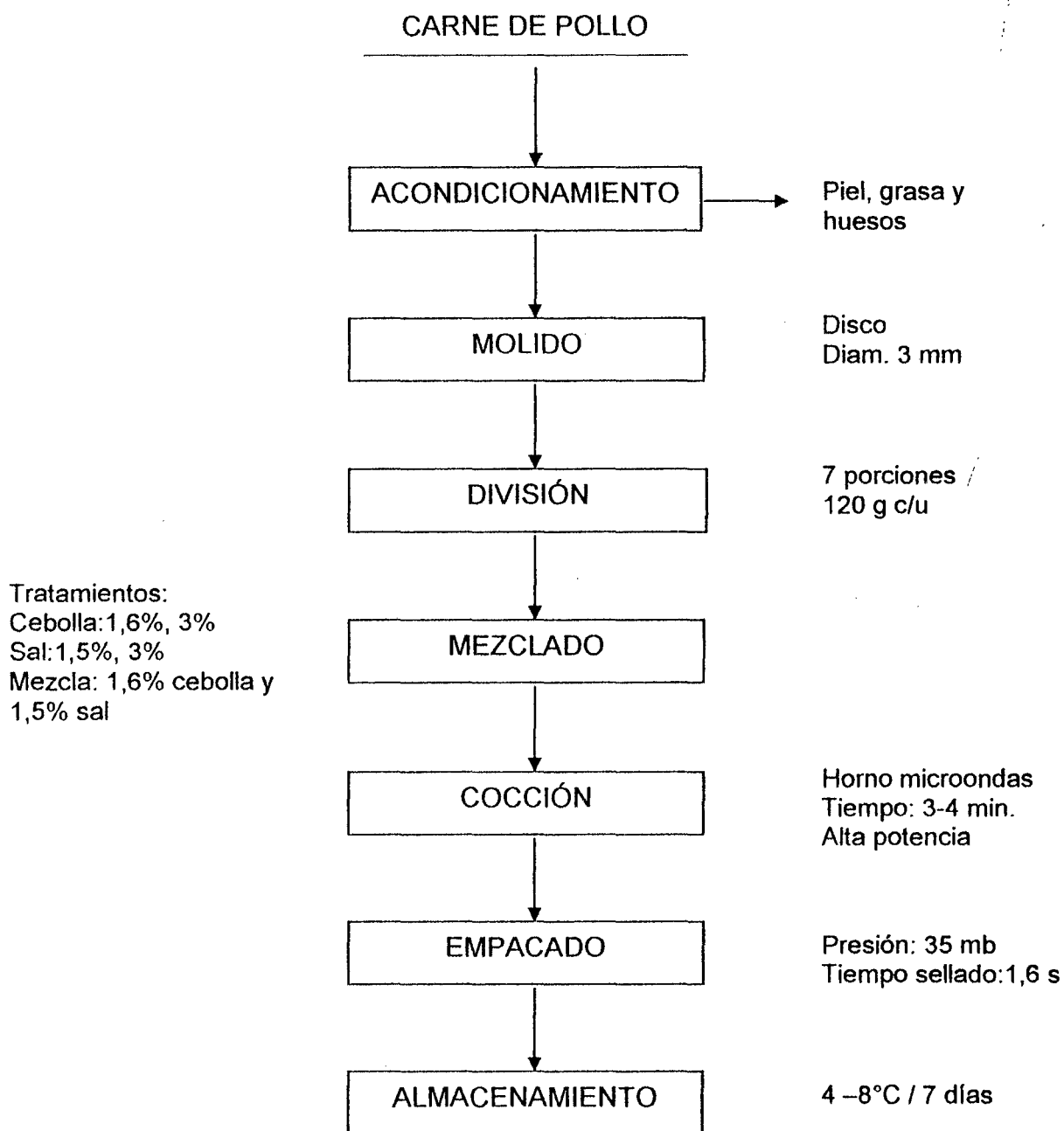


Figura 2. Flujograma para la obtención de las muestras a ser analizadas

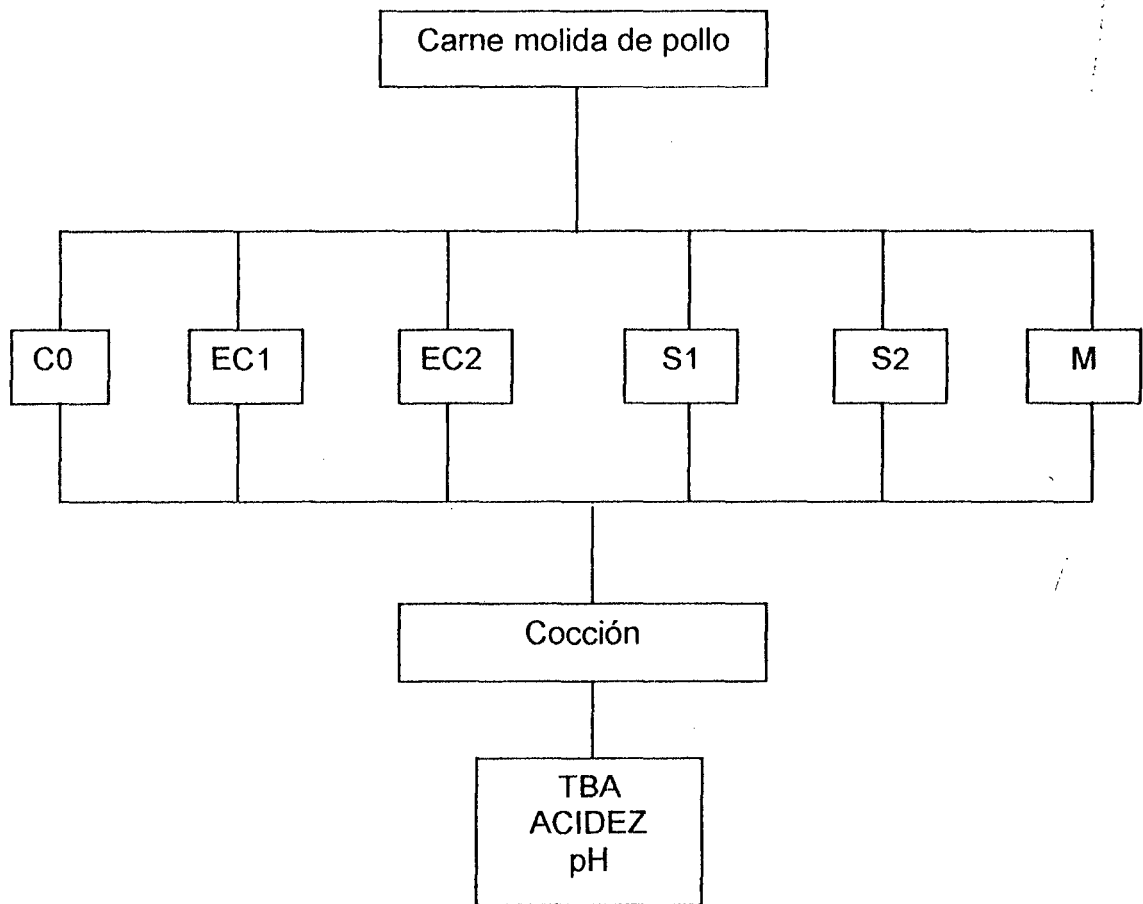


Figura 3. Esquema experimental para la evaluación del efecto de la adición de cebolla liofilizada (roja y blanca) y sal.

Donde:

Co : Control

EC₁: 1,6% cebolla liofilizada.

EC₂: 3% cebolla liofilizada.

S₁ : 1,5% sal.

S₂ : 3% sal.

M : 1,6% cebolla liofilizada y 1,5 % de sal.

TBA : Prueba del ácido 2 - tiobarbiturico

4. Evaluación físico-química y microbiológica en los tratamientos óptimos

Se consideró como óptimos a los dos mejores tratamientos obtenidos de la etapa anterior, 3% de cebolla liofilizada (EC2) y la mezcla 1,6% de cebolla liofilizada y 1,5% de sal (M) para las cebollas roja y blanca; respectivamente. La obtención de muestras tuvo el mismo proceso de la Figura 2. El esquema experimental seguido se observa en la Figura 4.

a. Análisis físico-químico

Se evaluó el grado de oxidación lipídica (TBA) durante todos los días de almacenamiento y la humedad fue medida los días 0, 2, 4 y 6. Los resultados fueron evaluados mediante el diseño estadístico completamente al azar (DCA), para los niveles donde existía significación estadística se empleó la prueba de tuckey ($p < 0.05$).

b. Análisis microbiológico

El recuento total de microorganismos aerobios viables (NMAV) se realizó a los días 0, 3 y 6 del almacenamiento.

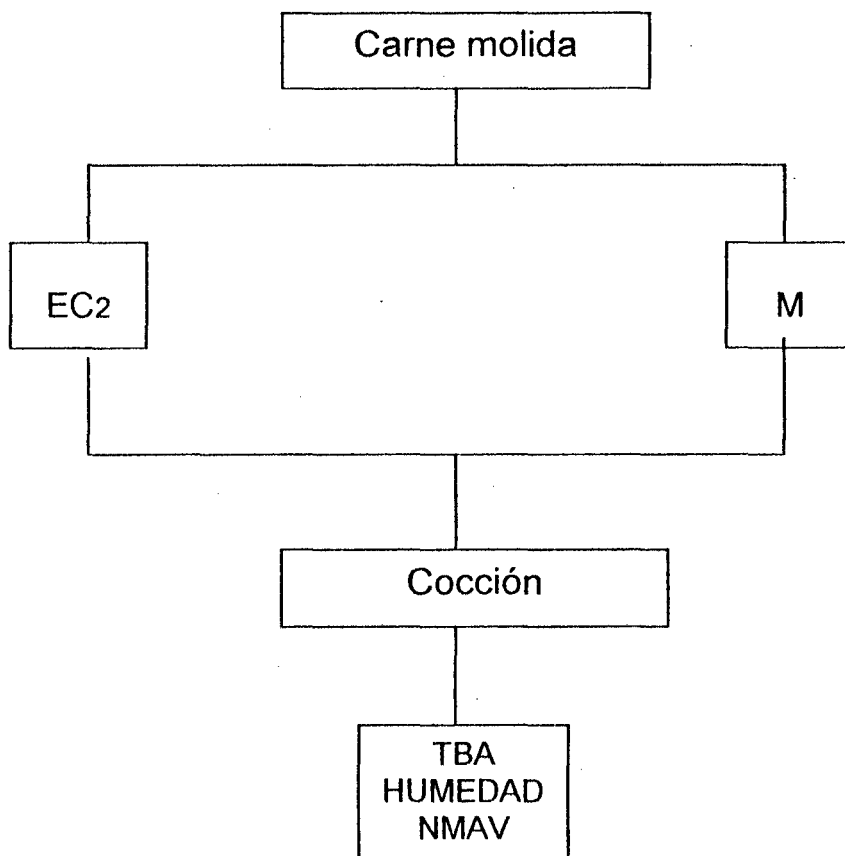


Figura 4. Esquema experimental para la evaluación de los tratamientos óptimos.

Donde:

EC₂ : 3% cebolla liofilizada.

M : 1,6 % cebolla liofilizada y 1,5% sal.

TBA : Prueba del ácido tiobarbiturico.

NMAV : Numeración de microorganismos aeróbios viables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CARACTERIZACIÓN DE LA CEBOLLA LIOFILIZADA

1. Análisis proximal

En el Cuadro 4, se presenta los resultados de la composición químico-proximal en base húmeda de las cebollas roja y blanca.

Cuadro 4. Composición químico- proximal de la cebollas liofilizadas

Componentes (%)	Cebolla blanca	Cebolla roja
Humedad	4,26± 0,36	4,67± 0,22
Proteína (N x 6,25)	8,05± 0,26	8,04± 0,26
Grasa	1,23± 0,01	1,32± 0,11
Fibra bruta	4,04± 0,14	4,46± 0,17
Ceniza	4,02± 0,09	3,67± 0,19
Carbohidratos	78,41±0,31	77,84± 0,14

Estos valores representan promedios ± SEM de tres repeticiones para cada análisis.

El contenido de humedad fue de 4,67% y 4,26% para las cebollas roja y blanca, respectivamente. Montes y Holle (1970), reportan 4,0% de humedad para la cebolla deshidratada. Así mismo Maroto (1989), menciona que la cebolla seca posee de 3,68% a 4,04% de humedad. Fennema (1993), menciona que el agua en la cantidad, localización y orientación correctas, es crucial para los procesos vitales e influye profundamente en la estructura, aspecto y sabor de los alimentos y en su susceptibilidad a la alteración. Así mismo, el contenido máximo de agua en un tejido vegetal determinado depende de sus estructuras químicas, así como de diversos factores extrínsecos.

En cuanto al contenido de proteína se encontró 8,04% y 8,05%, para las cebollas roja y blanca, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango de 2,9% a 9,3% de proteína, para cebolla seca, mencionados por Maroto (1989), Montes y Holle (1970) y Badui (1994), quienes indican que la cebolla deshidratada posee 8,7% de proteína; que todas las propiedades nutritivas, características físicas y químicas de las proteínas dependen del tipo, de la concentración y de la secuencia de unión de los monómeros constituyentes (aminoácidos). Así mismo, Fennema (1993) y Belitz y Gross (1988), explican que debe tenerse en cuenta también, que el aislamiento de proteínas vegetales puede verse dificultado por la presencia de taninos y enzimas fenólicas. Además, la fracción proteica de los vegetales se compone en su mayor parte por enzimas, que participan en la formación de aromas típicos.

El porcentaje de grasa fue 1,32% y 1,23% para la cebolla roja y blanca, respectivamente; estos valores se encuentran dentro del rango de 1,3% a 7,8% de grasa en cebolla seca (Maroto, 1989). De igual manera, Montes y Holle (1970), indican 1,3% de grasa para la cebolla deshidratada. Al respecto, Aquino *et al.* (1989), mencionan que el contenido de grasa bruta es atribuido a los lípidos derivados entre ellos, esteroides y triterpenos que poseen las plantas. Fennema (1993), indica que los lípidos de las plantas se hallan confinados en su mayor parte en las membranas celulares o en algunas especies

almacenadas como material de reserva, los cuales están constituidos por triacilgliceroles. Además, las sustancias lipídicas están también en proporción importante en las células epidérmicas protectoras de algunos órganos.

El contenido de fibra fue 4,46% y 4,04% para las cebollas roja y blanca, respectivamente. Montes y Holle (1970), reportan un valor de 4,4% de fibra para cebolla deshidratada. Badui (1994), menciona que la fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y pectinas. Además, la composición de dichas fibras varía considerablemente de una especie vegetal a otra, dependiendo del grado de madurez en el momento de su recolección y del tiempo transcurrido desde ésta (Fennema, 1993).

En cuanto al contenido de cenizas, los valores fueron 3,67% y 4,02% para las cebollas roja y blanca, respectivamente; por lo que estos valores están incluidos dentro del rango de 3,19% y 4,81% en cebolla seca, mostrado por Maroto (1989). Del mismo modo, Montes y Holle (1970), indican 3,9% de ceniza para la cebolla deshidratada. Fennema (1993), menciona que el contenido total de minerales se expresa en ocasiones como ceniza (residuo que permanece después de la incineración) y depende de la especie en cuestión, del sistema de cultivo y de factores ambientales, tal como la composición del

suelo. Gil (1999), señala que a medida que se incrementa la edad de la planta existe una concentración más elevada de cenizas. Así mismo, una combustión demasiado activa puede ocasionar pérdidas de cenizas y conducir a que se fundan y formen inclusiones de carbono que no se incineren (Fennema, 1993).

El contenido de carbohidratos fue 77,84% y 78,41% para las cebollas roja y blanca, respectivamente. Montes y Holle (1970), reportan 82,1% de carbohidratos para la cebolla deshidratada. Fennema (1993), menciona que los carbohidratos constituyen las tres cuartas partes del peso seco de todas las plantas. El carbohidrato más común es el almidón. Así mismo, la glucosa es el monosacárido más abundante que se encuentra en las frutas y hortalizas y su concentración depende del grado de madurez del producto (Badui, 1994). Finalmente la desecación de hortalizas persigue disminuir el contenido de agua del producto y con ello preservar los componentes nutritivamente importantes, el gusto, aroma y aspecto (Belitz y Gross, 1988).

2. Cuantificación de Flavonoides 3- hidroxilo sustituido

La cuantificación de flavonoides 3 – hidroxy susituido se muestra en la Figura 5. Los resultados obtenidos alcanzaron un $R^2 = 0,984$ el cuál indica el coeficiente de correlación de la curva estándar con ácido gálico (Anexo 1), siendo el contenido de flavonoides 3,10 y 2,74 (mg

AGE/ g de cebolla liofilizada) para las variedades roja y blanca, respectivamente.

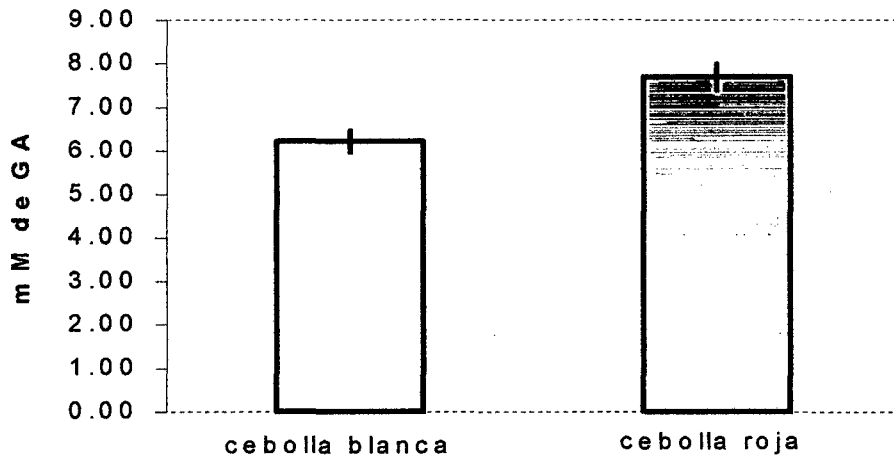


Figura 5. Cuantificación de flavonoides 3-hidróxilo en cebolla liofilizada.

Según Vinson *et al.* (1998), las cebollas rojas contienen más fenoles que las cebollas blancas, porque ellas contienen antocianinas fenólicas adicionales, las cuales son también responsables del color rojizo, esta diferencia fue fundamentada por el análisis de quercetina por HPLC, debido a que esta es el flavonoide más abundante en las cebollas. Así mismo, se dice que la eliminación de azúcares podría incrementar la actividad antioxidante de algunos vegetales. Sin embargo, en la cebolla blanca se observó una mayor capacidad antioxidativa que en la cebolla roja, esto puede ser debido a que las antocianinas presentes en la cebolla roja mostraron una pobre actividad antioxidante en el LDL humano (colesterol) y además

mostraron actividad prooxidante en un sistema lipídico de lecitina, esto es debido a que las antocianinas no son solubles en medios grasos (Kähkönen *et al.*, 1999).

Marotti y Piccaglia (2002), identificaron en diferentes cultivares de cebolla la presencia de quercetina, rutina, quercetina monoglicosida, quercetina diglicosida, isorhamnetin e isorhamnetin glicósido, con una predominancia de compuestos de quercetina, trazas de kaempferol fueron encontrados solamente en el cultivar blanco.

B. CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE POLLO

En el Cuadro 5, se presenta los resultados del análisis físico-químico en la carne oscura de pollo (muslos).

Respecto al contenido de humedad fue 73,18 %; Belitz y Gross (1988) y Forrest *et al.* (1979), reportan 73,5% y 73,7% de humedad para muslos de pollo, respectivamente; la variación del contenido de humedad puede ser debido al efecto postmortem (Varman y sutherland, 1998). Así mismo, los animales más jóvenes en general tienen mayor proporción de agua (Weinling, 1973).

En cuanto a la proteína en carne oscura de pollo se obtuvo un valor de 20,19%, el cuál se encuentra dentro del rango de 20 a 23%, reportado por Fennema, (1993). Belitz y Gross (1988), reportan un 20% de proteína para muslos de pollo; por eso la carne de pollo se considera justificadamente como un alimento de gran valor nutricional como fuente de proteínas (Grossklaus, 1979).

Cuadro 5. Composición química proximal y fisicoquímica de la carne oscura de pollo.

Componentes	Promedio
Humedad (%)	73,18± 0,71
Ceniza (%)	1,02± 0,04
Proteína (N x 6,25) %	20,19± 0,29
Grasa (%)	4,67± 0,37
Carbohidratos (%)	0,93±1,29
TBA (mg malonaldehido / Kg de muestra)	0,86± 0,07
pH	6,20± 0,06
AGL (% ácido oléico)	4,90± 0,51

Estos valores representan promedios ± SEM de tres repeticiones para cada análisis.

Según Coultate (1984), las propiedades funcionales de un tipo de proteína dependen por completo de la secuencia de aminoácidos que es singular en cada proteína; y sin duda son los constituyentes más importantes de las partes comestibles de los animales proveedores de carne.

Referente al contenido de grasa fue 4,67%; Forrest *et al.* (1979) y Fennema (1985), reportan 4,7% de grasa para muslos de pollo; siendo lo obtenido aceptable. En las carnes de aves el contenido de grasa varía de acuerdo a la edad del ave, desde menos del 5% en pollos jóvenes hasta 75% en gallinas, también varía con el tipo de ave. La carne roja tiene más grasa y más tejido conectivo que la blanca (Charley, 1991).

Para la ceniza el valor obtenido en carne de pollo oscura fue 1,04%; según Belitz y Gross (1988), el muslo de pollo tiene 1,2% de ceniza.

Forrest *et al.* (1979), indican 1% de ceniza en carne roja de pollo. Según, Kirk *et al.* (1996), la ceniza obtenida no tiene necesariamente la misma composición que la materia orgánica del material original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes. Por lo tanto, el contenido de ceniza encontrado en la carne de pollo es aceptable.

En cuanto al contenido de carbohidratos fue 0,93%. Desrosier (1979), reporta 1% de carbohidratos (principalmente como ácido láctico). La carne comercial no posee necesariamente ningún carbohidrato (menos del 1%), (Price y Scheweigert, 1994).

El pH obtenido fue 6,2, el cuál se encuentra dentro del rango de 5,9 a 6,2 reportado por Grossklaus (1979). Así mismo, menciona que hay factores que pueden influir negativamente sobre el valor del pH como la edad y alimentación de las aves, el método de aturdimiento, el escaldado y desplume, la refrigeración con agua congelada, la técnica de conservación y la temperatura y duración del almacenamiento. Prändl *et al.* (1994), indica que el valor final del pH influye en la conservación y propiedades tecnológicas de la carne.

Con respecto a la prueba del ácido 2- tiobarbitúrico (TBA) la cuál indica la oxidación lipídica, el valor obtenido fue 0,49 mg de malonaldehído/ Kg de muestra. Karastogiannidou (1999), reporta un valor promedio de 0,5

mg de malonaldehído/ Kg de muestra). Wilkinson *et al.* (2001), mencionan que la prueba de TBA es muy usada para la evaluación de la oxidación lipídica en productos de carnes frescas y congeladas. El potencial de oxidación lipídica de muestras de carnes crudas podría estar determinado en gran parte por la combinación del contenido del pigmento hemo y la actividad de la catalasa. Las siguientes observaciones respaldan esta hipótesis: 1) la carne de res tiene más mioglobina, seguido por el cerdo y el pollo en orden decreciente; 2) más hidroperóxidos podría formarse en carnes de contenido de pigmento elevado (carne de res) que en carnes menos pigmentadas (pollo y cerdo); 3) la actividad de la catalasa la cuál puede ser importante en la disminución del total de los hidroperóxidos residuales en los tejidos musculares siendo elevado en la res que en la carne de cerdo o en el pollo (Rhee *et al.*, 1996).

En cuanto al análisis microbiológico, el recuento total de microorganismos aerobios viables (NMAV) obtuvo un valor de $2,9 \times 10^3$ ufc/ g, encontrándose este valor dentro de los límites aceptables. Según Noskowa (1975), indica que si el sacrificio fue higiénico, en las superficies de las carnes frescas hay de $1,0 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^4$ ufc/ g. Así mismo, Jay (1994), ha sugerido estándares para carnes crudas en aves, la cifra de $1,0 \times 10^5$ ufc/ g.

Cheftel y Cheftel (1997), mencionan que el tiempo de conservación de la carne de aves en refrigeración depende de la carga inicial superficial, si

al inicio es de $1,0 \times 10^4$ gérmenes / cm^2 la conservación es de 5 a 6 días a 4°C .

C. EFECTO DE LA ADICIÓN DE CEBOLLA LIOFILIZADA Y SAL EN LA CARNE DE POLLO

1. Análisis físico-químico

a. TBA

Según el Cuadro 6 y la Figura 6, se observa que existe diferencia estadística dentro de los tratamientos con cebolla roja para la medida de TBA durante el periodo de 7 días.

El valor de TBA de EC1 fue ligeramente alto comparado con el tratamiento EC2, incrementándose paulatinamente, esta diferencia se presentó a medida que pasaba el tiempo de almacenamiento. El efecto antioxidante de la cebolla se mostró durante los 7 días de almacenamiento, comparado con el tratamiento Co (Anexo 3). Estos resultados demostraron la eficiencia de la cebolla para retardar el incremento del TBA. Ying y Cheng (1998), indicaron que la capacidad antioxidante de la cebolla fue debido a la presencia de antioxidantes potentes tal como, la vitamina C, Vitamina E, β caroteno y flavonoides o compuestos fenólicos.

El valor de TBA de S1 fue ligeramente bajo comparado con S2, durante el tiempo de almacenamiento. No se encontró diferencia estadística entre Co y S2 durante el almacenamiento (Anexo 4),

mostrando ambos, valores de TBA elevados. Los días 1,2 y 6 mostraron significancia estadística entre S1 y S2. Según Bailey (1961), el efecto prooxidante de la sal se debe a la presencia de cloruro de magnesio en ella.

Así mismo, Price y Scheweigert (1994), mencionan que la sal actúa como prooxidante de la oxidación del hemo, causando pardeamiento. Según Bailey (1961), el efecto prooxidante de la sal se debe a la presencia de cloruro de magnesio en ella. Así mismo, Price y Scheweigert (1994), mencionan que la sal actúa como prooxidante de la oxidación del hemo, causando pardeamiento.

Nissen *et al.* (2000), mencionan que cuando la carne de pollo es procesada, esta es calentada y que con frecuencia se adiciona sal, identificando a ambos factores como críticos en relación con el deterioro oxidativo.

Los efectos combinados de la cebolla y la sal en la estabilidad del pollo cocinado fue investigado, porque tales condiciones simulan una situación práctica de cocción. Es así, que las diferencias entre Co y M, mostraron significancia estadística durante el almacenamiento. El valor de TBA de M fue muy inferior en comparación a Co, durante los 7 días.

De igual manera no se observó diferencias entre M y EC1. En estudios anteriores se demostró que la aplicación de las plantas *Allium* para la protección antioxidante en la preparación y

Cuadro 6. Determinación de TBA en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	4,91±0,23 ^c	5,57±0,09 ^e	6,16±0,09 ^e	6,71±0,24 ^d	7,42±0,18 ^d	7,73±0,13 ^c	9,28±0,53 ^{dc}
EC1	1,88±0,10 ^b	1,95±0,09 ^b	2,19±0,18 ^b	2,55±0,04 ^b	2,57±0,03 ^b	3,39±0,20 ^b	3,52±0,11 ^b
EC2	1,35±0,09 ^a	1,40±0,03 ^a	1,49±0,10 ^a	1,59±0,02 ^a	1,61±0,04 ^a	1,76±0,04 ^a	2,09±0,04 ^a
S1	4,52±0,09 ^c	5,16±0,18 ^d	5,79±0,13 ^b	6,72±0,09 ^d	7,22±0,21 ^d	7,50±0,08 ^c	8,64±0,26 ^c
S2	4,62±0,28 ^c	5,72±0,05 ^e	6,32±0,06 ^e	7,04±0,16 ^d	7,52±0,12 ^d	7,70±0,03 ^c	9,84±0,14 ^d
M	1,92±0,06 ^b	2,26±0,08 ^c	2,60±0,06 ^c	3,05±0,07 ^c	3,15±0,04 ^c	3,59±0,15 ^b	3,66±0,07 ^b

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno analizados por tres veces, promedio con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05.

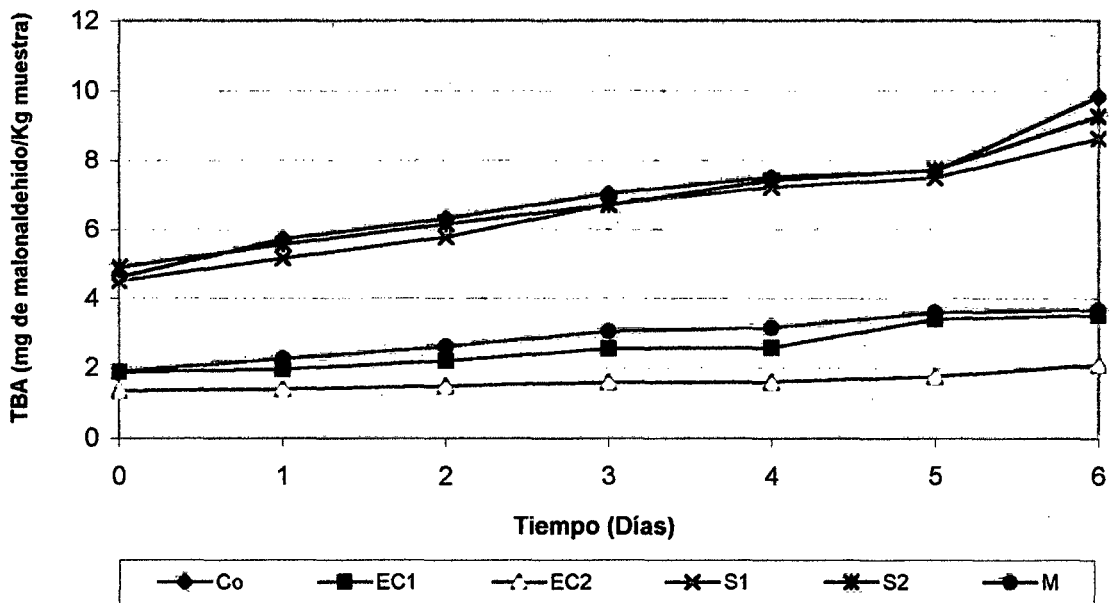


Figura 6. Variación de TBA en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

procesamiento de alimentos, podrá ser segura aunque esté presente el cloruro de sodio (Ying y Cheng, 1998).

En el Cuadro 7 y Figura 7, se presentan los valores de TBA referente a las muestras tratadas con cebolla blanca. Las diferencias que existen entre Co y los tratamientos EC1 y EC2 son significativos estadísticamente ($p < 0,05$).

El valor de TBA de EC1 fue mayor al de EC2 durante el almacenamiento presentando diferencia estadística significativa (Anexo 6). Se demostró el efecto antioxidante de la cebolla durante los 7 días con valores bajos de TBA, comparado con Co, S1 y S2. El notable deterioro oxidativo que se presentó en Co, puede ser debido a que la carne de ave es más susceptible a la oxidación puesto que contiene fosfolípidos ricos en ácidos grasos insaturados (Larrañaga *et al.*, 1999).

De los estudios de Grau *et al.* (2000), se concluyó que el manipuleo y el almacenamiento de muestras de carnes antes de la determinación del TBA, es muy importante. Así mismo, Belitz y Gross (1988), mencionan que el picado de la carne o el calentamiento produce una fuerte aceleración de la peroxidación, puesto que en ambos casos se liberan fosfolípidos muy insaturados en iones Fe^{2+} de la mioglobina, mostrándose un corto periodo de almacenamiento en frío, un cierto olor a rancio producto de la oxidación lipídica.

Cuadro 7. Determinación de TBA en carne de pollo cocida, tratada con cebolla blanca y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	3,90±0,03 ^e	5,80±0,03 ^f	6,25±0,04 ^e	6,58±0,05 ^e	7,19±0,21 ^d	7,68±0,2 ^e	8,79±0,20 ^d
EC1	1,27±0,02 ^b	1,64±0,08 ^b	1,87±0,04 ^b	2,32±0,06 ^b	3,06±0,03 ^b	3,18±0,04 ^b	3,42±0,11 ^b
EC2	0,98±0,07 ^a	1,13±0,06 ^a	1,24±0,06 ^a	1,79±0,04 ^a	2,26±0,03 ^a	2,35±0,04 ^a	2,45±0,04 ^a
S1	3,49±0,09 ^d	4,52±0,21 ^d	5,16±0,19 ^d	5,72±0,05 ^d	6,22±0,16 ^c	7,00±0,02 ^d	7,99±0,05 ^c
S2	3,71±0,01 ^e	4,85±0,03 ^e	6,07±0,02 ^e	6,40±0,04 ^e	7,14±0,03 ^d	7,62±0,08 ^e	8,79±0,03 ^d
M	1,58±0,02 ^c	2,01±0,06 ^c	2,15±0,14 ^c	2,84±0,15 ^c	3,13±0,03 ^b	3,33±0,04 ^c	3,66±0,08 ^b

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05.

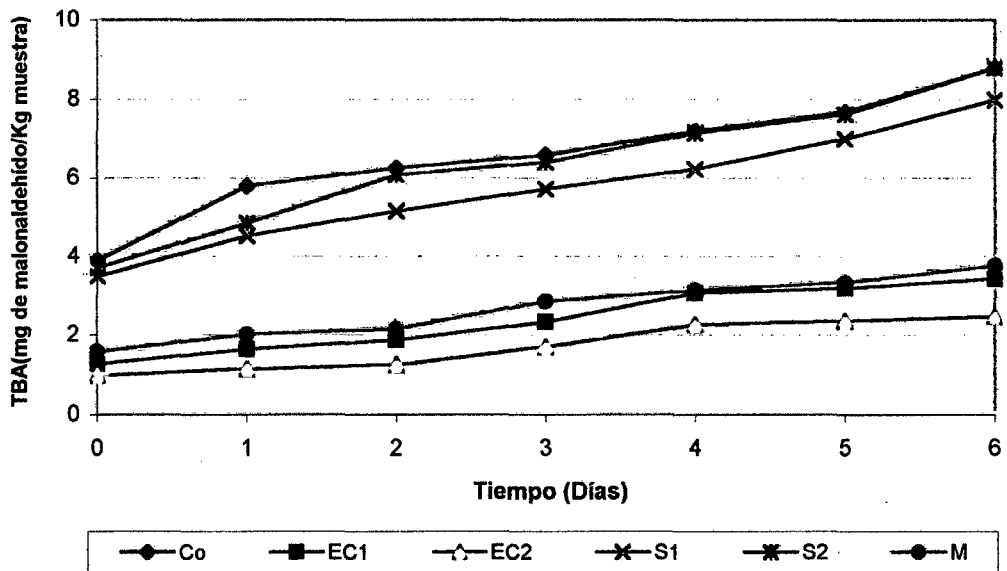


Figura 7. Variación de TBA en carne cocida de pollo tratada con cebolla blanca y sal.

He y Shahidi (1997), mencionan que la refrigeración de productos cocidos y el uso de un adecuado empaque, podría retardar la oxidación. Sin embargo, los antioxidantes, podrían también ser usados para proteger la calidad de un alimento previniendo el deterioro oxidativo de los lípidos. Por lo tanto, los antioxidantes juegan un papel importante en el procesamiento, empaque y almacenamiento de alimentos de contenido graso.

Los valores de TBA de Co y S2 no mostraron significación estadística. Las diferencias entre S1 y S2 fueron significativas durante los 7 días de almacenamiento (Anexo 5). Tanto Co, S1 y S2 presentaron valores elevados a partir del primer día, los cuales van incrementándose progresivamente día a día. La carne con sal, tiene una oxidación muy rápida, al parecer la presencia de cloruro sódico favorece la reacción (Larrañaga *et al.*, 1999).

Lawrie (1977), menciona que la sal se comporta como un prooxidante de la grasa esto se debe a que la sal acelera la acción de la lipoxidasa presente en el músculo. Sin embargo, la sal da sabor y mejora la capacidad de conservación cumpliendo importantes cometidos tecnológicos.

La combinación de la cebolla y la sal (M), mostró diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto a Co, durante los 7 días. El

valor de TBA de M fue mucho menor comparado con C0 (sin cebolla), día a día. Sin embargo, se observó diferencias con EC1 entre 0 y 3° día, el 4° y 6° día no fueron significativos.

Entre las muestras tratadas con cebolla roja y las tratadas con cebolla blanca se observó un comportamiento similar en cuanto a la oxidación lipídica, lo que marcó la diferencia fue que los valores de TBA de las muestras tratadas con cebolla roja fueron mayores comparadas a la cebolla blanca, durante los 7 días de almacenamiento. Por lo tanto se puede decir, que la cebolla blanca tiene mayor poder antioxidativo que la cebolla roja.

b. Acidez

En el Cuadro 8 y Figura 8, se observa el comportamiento de la acidez (% ácido oleico) referente a las muestras tratadas con cebolla roja liofilizada y sal. El contenido en % AGL en Co no presenta significación estadística (Anexo 6) entre los tratamientos, en el 2° y 4° día. El día 1, se comporta mejor S2. El día 3, EC1 y el 5° día, EC1, EC2 y M.

En general se pueden apreciar que las diferencias no fueron muy marcadas entre los tratamientos en lo que respecta a los valores de AGL, oscilando entre 0,15 a 0,22% (ácido oleico), durante los 7 días de almacenamiento.

Cuadro 8. Comportamiento de la acidez en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	0,15±0,005 ^a	0,16±0,002 ^{bc}	0,17±0,006 ^a	0,17±0,002 ^{ab}	0,17±0,001 ^a	0,19±0,001 ^{abc}	0,21±0,002 ^{cb}
EC1	0,15±0,003 ^a	0,16±0,002 ^b	0,16±0,002 ^a	0,17±0,002 ^a	0,17±0,002 ^a	0,18±0,010 ^a	0,19±0,001 ^a
EC2	0,16±0,004 ^a	0,17±0,02 ^{bc}	0,17±0,004 ^a	0,17±0,002 ^{ab}	0,17±0,002 ^a	0,18±0,002 ^a	0,19±0,002 ^a
S1	0,15±0,002 ^a	0,17±0,002 ^c	0,18±0,004 ^a	0,18±0,001 ^b	0,19±0,002 ^a	0,20±0,006 ^{bc}	0,22±0,002 ^c
S2	0,15±0,003 ^a	0,15±0,003 ^a	0,18±0,005 ^a	0,19±0,006 ^b	0,19±0,004 ^a	0,21±0,007 ^c	0,22±0,007 ^c
M	0,16±0,002 ^a	0,17±0,002 ^{bc}	0,17±0,003 ^a	0,18±0,005 ^{ab}	0,18±0,005 ^a	0,19±0,002 ^{ab}	0,19±0,002 ^{ab}

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05.

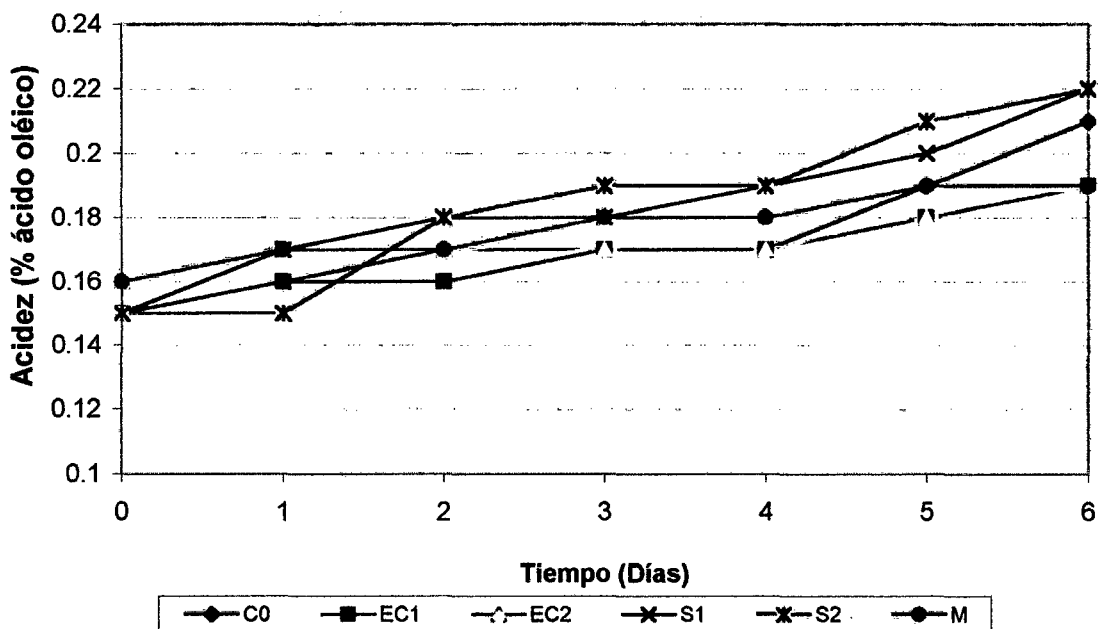


Figura 8. Comportamiento de la acidez en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

Las muestras que presentan una mejor estabilidad fueron EC1 y EC2. Kirk *et al.* (1996), mencionan que la descomposición es acelerada por el calor y la luz, afectando los glicéridos de la grasa, especialmente por acción de las lipasas. La rancidez se acompaña usualmente de la formación de ácidos grasos libres, la determinación es con frecuencia usada como indicación general de la condición y comestibilidad del producto. Así mismo, los cambios son muchos más intensos en fracciones de tejidos ricos en fosfolípidos que en aquellos que contienen solo lípidos neutros (Price y Schweigert, 1994).

En el Cuadro 9 y Figura 9, se observa la variación en el % AGL, para las muestras tratadas con cebolla blanca y sal, existiendo diferencia estadística ($p < 0,05$) entre los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento.

Los tratamientos EC2 y M se comportaron mejor, entre el 1° y 6° día, además EC2 mostró significancia estadística (Anexo 7) con respecto a Co. Esto puede ser debido a que los antioxidantes no reducen el grado final del enranciamiento, prolongan el tiempo de inducción de un modo groseramente proporcional a su concentración (Coultate, 1984).

En lo que respecta a Co y S1, se pudo apreciar diferencias día a día. Las diferencias observadas entre Co y M, no fueron significativas ($p < 0.05$).

Cuadro 9. Valores de acidez en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	0,13±0,003 ^{bc}	0,14±0,002 ^c	0,15±0,002 ^c	0,15±0,002 ^{cd}	0,16±0,002 ^b	0,17±0,002 ^c	0,18±0,002 ^b
EC1	0,13±0,005 ^{bc}	0,13±0,003 ^b	0,14±0,002 ^{bc}	0,14±0,002 ^{bc}	0,15±0,002 ^b	0,17±0,002 ^c	0,17±0,005 ^b
EC2	0,12±0,005 ^{ab}	0,12±0,002 ^b	0,13±0,003 ^b	0,13±0,003 ^{ab}	0,13±0,002 ^a	0,14±0,002 ^b	0,14±0,003 ^a
S1	0,15±0,005 ^d	0,15±0,002 ^d	0,16±0,004 ^d	0,16±0,005 ^d	0,17±0,003 ^d	0,17±0,002 ^c	0,21±0,004 ^c
S2	0,14±0,003 ^{cd}	0,17±0,002 ^e	0,17±0,004 ^d	0,18±0,005 ^e	0,19±0,002 ^d	0,19±0,005 ^d	0,20±0,006 ^c
M	0,11±0,002 ^a	0,11±0,002 ^a	0,11±0,001 ^a	0,12±0,002 ^a	0,13±0,002 ^a	0,13±0,003 ^a	0,13±0,003 ^a

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05.

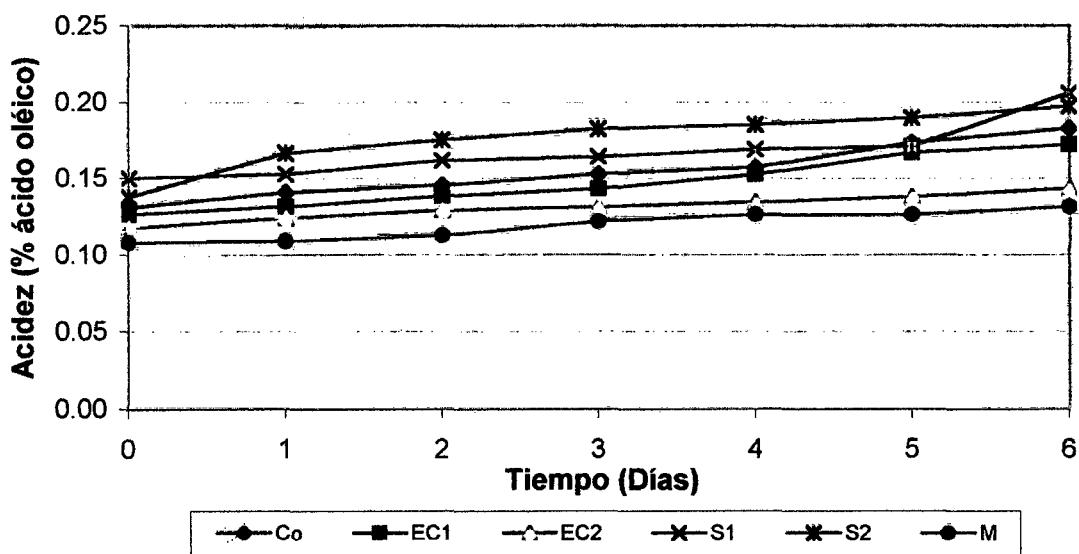


Figura 9. Comportamiento de la acidez en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.

En general durante el almacenamiento los valores de AGL oscilaron entre 0,13 a 0,21% (ácido oleico); así mismo, estos valores entre sí mostraron mejor estabilidad que las muestras tratadas con cebolla roja, siendo EC2 y M, los tratamientos más estables y con valores inferiores en AGL.

Según Alasnier *et al.* (2000), los músculos de muslos de pollo contienen tres veces más %AGL que los músculos de pechuga. Además, que el total de ácidos grasos libres y el nivel de oxidación se incrementan simultáneamente.

c. pH

En el Cuadro 10 y Figura 10, se observa el comportamiento de las diferentes muestras tratadas con cebolla roja y sal, ante la medición de pH.

Se puede observar que el valor del pH es mayor en Co que en los demás tratamientos; la diferencia es notoria durante el almacenamiento (Anexo 8).

Con respecto a las muestras que se adicionó cebolla, EC1 y EC2 no evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con Co a través de los días, observándose entre EC1 y EC2 valores similares.

En cuanto a los tratamientos S1 y S2, estos muestran diferencias entre 1° y 6° día, con el Co, lo que puede ser debido a que el

Cuadro 10. Variación del pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	6,53±0,06 ^a	6,40±0,00 ^a	6,40±0,00 ^a	6,37±0,06 ^a	6,33±0,06 ^a	6,33±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a
EC1	6,40±0,00 ^b	6,37±0,06 ^{ab}	6,33±0,06 ^{ab}	6,30±0,00 ^{ab}	6,30±0,00 ^a	6,23±0,06 ^{ab}	6,20±0,00 ^{abc}
EC2	6,33±0,06 ^b	6,33±0,06 ^{ab}	6,33±0,06 ^{ab}	6,30±0,00 ^{ab}	6,30±0,00 ^a	6,27±0,06 ^{ab}	6,23±0,06 ^{ab}
S1	6,33±0,06 ^b	6,30±0,00 ^b	6,27±0,06 ^b	6,23±0,06 ^b	6,23±0,06 ^{ab}	6,17±0,00 ^b	6,10±0,06 ^c
S2	6,30±0,00 ^b	6,30±0,00 ^b	6,27±0,06 ^b	6,23±0,06 ^b	6,17±0,06 ^b	6,13±0,06 ^b	6,13±0,06 ^{bc}
M	6,30±0,00 ^b	6,30±0,00 ^b	6,30±0,00 ^{ab}	6,27±0,06 ^{ab}	6,27±0,06 ^{ab}	6,20±0,00 ^{ab}	6,20±0,00 ^{abc}

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones, con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05.

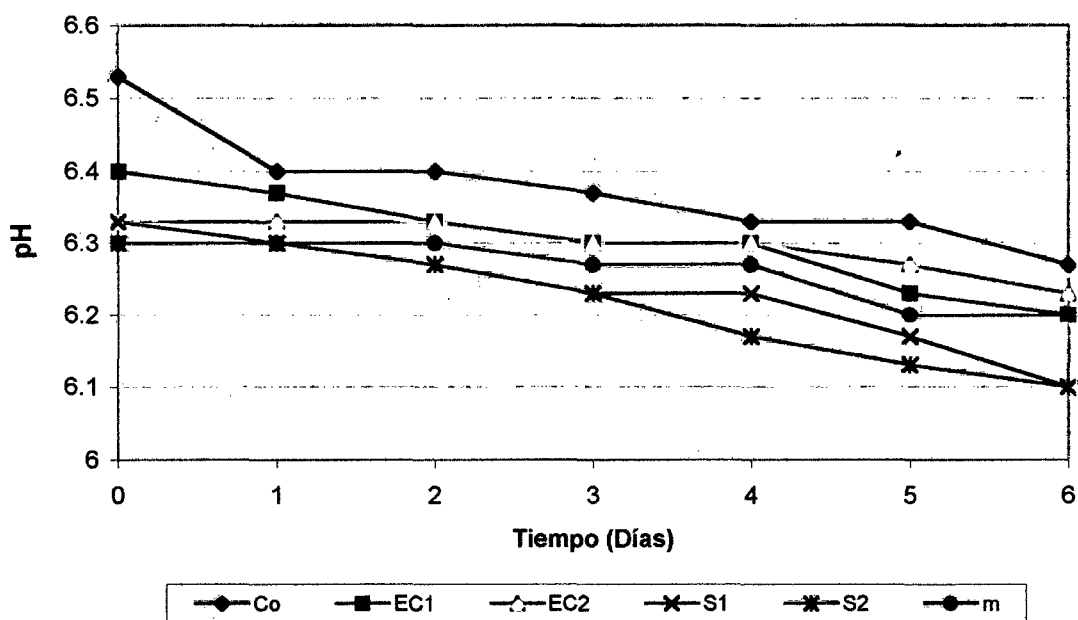


Figura 10. Variación de pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal.

efecto de la sal es también función del pH del medio, para valores elevados de pH la acción de la sal es mucho más sensible (Industria cárnica, 1997).

Con respecto a M, este tratamiento mostró diferencias en comparación a Co el día 1, luego no existieron diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

En el Cuadro 11 y Figura 11, se muestran valores de pH para las muestras tratadas con cebolla blanca y sal. Los valores de pH son mayores en Co. Entre los tratamientos Co, EC1, EC2, S1, S2 y M no se muestra significancia estadística ($p < 0.05$) durante el almacenamiento (A- IX); se aprecia en todos los tratamientos que los valores van descendiendo en forma lenta, día a día.

Cheffel y Cheffel (1997), mencionan que la cocción disminuye la capacidad de retención de agua; el pH y el punto isoeléctrico se modifican por la liberación de ciertos grupos, por lo general, el pH sube hasta 6, alcanzando valores muy bajos o altos, según sea su valor antes de la cocción.

Algunos trabajos demostraron que la actividad antioxidante en diferentes sistemas lipídicos fue afectada por su estado físico, diferentes substratos lipídicos y el pH (Huang y Frankel, 1997).

Badui (1994), menciona que la velocidad de caída del pH, así como el valor final alcanzado son especialmente determinantes

Cuadro 11. Variación del pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	6,33±0,06 ^a	6,33±0,06 ^a	6,30±0,00 ^a	6,27±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,20±0,00 ^a	6,20±0,00 ^a
EC1	6,30±0,00 ^a	6,30±0,00 ^a	6,27±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,20±0,06 ^a
EC2	6,30±0,00 ^a	6,27±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,20±0,00 ^a
S1	6,30±0,00 ^a	6,23±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,17±0,06 ^a	6,13±0,00 ^a
S2	6,27±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,20±0,00 ^a	6,20±0,00 ^a	6,17±0,06 ^a	6,13±0,00 ^a
M	6,27±0,06 ^a	6,27±0,06 ^a	6,23±0,06 ^a	6,20±0,00 ^a	6,17±0,06 ^a	6,13±0,06 ^a	6,13±0,00 ^a

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05

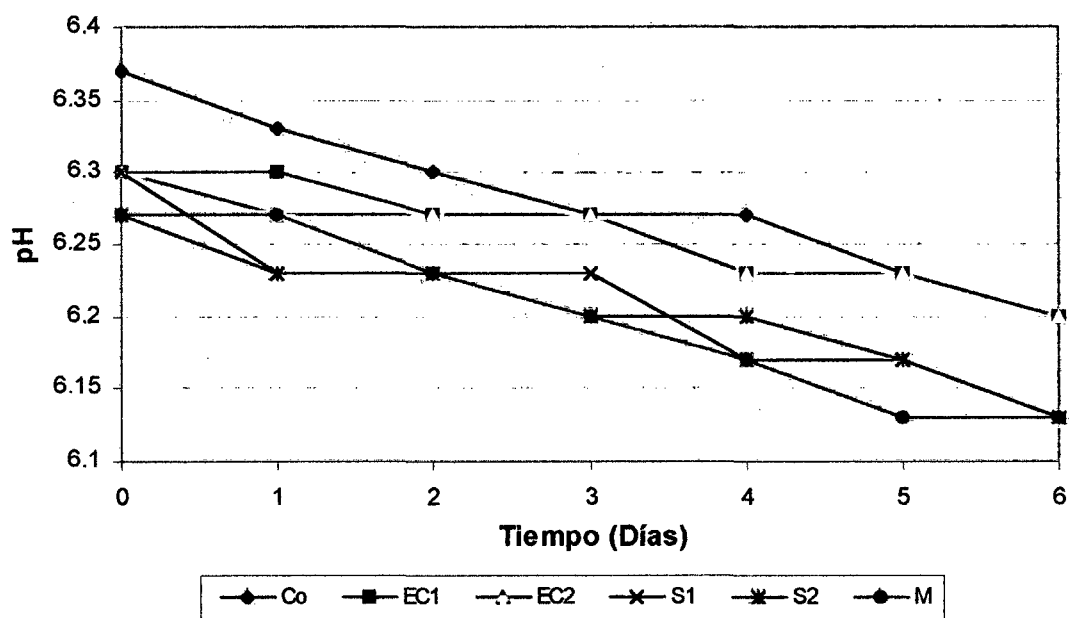


Figura 11. Variación del pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal.

de la capacidad de retención de agua y por lo tanto de la calidad de la carne.

2. Análisis sensorial

a. Atributo color

El atributo color en muestras tratadas con cebolla roja y sal a los 7 días de almacenamiento no mostraron significancia estadística (Anexo 10) como se puede observar en el Cuadro 12, alcanzando estos una escala entre “crema” y “crema opaco”

Cuadro 12. Evaluación del atributo color de la carne de pollo con cebolla roja y sal.

Trat.	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	3,0 ^a	2,6 ^a	3,0 ^a	3,2 ^a	3,0 ^a	2,6 ^a	2,6 ^a
EC1	3,2 ^a	2,8 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a	2,8 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a
EC2	3,4 ^a	3,2 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	3,2 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a
S1	3,2 ^a	2,8 ^a	2,8 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	2,4 ^a	2,4 ^a
S2	3,0 ^a	2,2 ^a	2,8 ^a	3,0 ^a	2,8 ^a	2,4 ^a	2,4 ^a
M	3,0 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a	3,0 ^a	2,6 ^a	2,6 ^a	2,6 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, iguales superíndices en la misma columna. P < 0,05.

En cuanto a los resultados del atributo color para las muestras tratadas con cebolla blanca y sal, el 1° y 2° día mostraron significancia estadística (Anexo 11), los demás días no se evidenciaron diferencias como se aprecia en el Cuadro 13, alcanzando las muestras una escala entre “crema” y “crema opaco”.

Cuadro 13. Evaluación del atributo color de la carne de pollo con cebolla blanca y sal.

Trat.	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	2,8 ^a	2,2 ^{ab}	2,4 ^a	2,6 ^a	2,8 ^a	2,4 ^a	2,6 ^a
EC1	2,4 ^a	2,6 ^a	2,4 ^{ab}	2,4 ^a	2,6 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a
EC2	3,0 ^a	3,0 ^a	3,2 ^{ab}	3,0 ^a	2,8 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a
S1	2,8 ^a	2,6 ^a	2,4 ^{ab}	3,0 ^a	2,6 ^a	2,4 ^a	2,4 ^a
S2	2,8 ^a	2,6 ^a	2,8 ^{ab}	2,4 ^a	2,6 ^a	2,4 ^a	2,4 ^a
M	3,0 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	2,8 ^a	3,0 ^a	2,8 ^a	3,0 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, diferentes superíndices en la misma columna. $P < 0,05$.

Según Hawthorn (1993), el color de la carne bien cocida en los diferentes animales está influenciado por la cantidad del pigmento mioglobina en la carne cruda. El color de la superficie de la carne de pollo va de un rosa muy pálido hasta casi blanco del pollo cocinado (Desrosier, 1997).

La luz y el oxígeno interactúan con la mioglobina y causan decoloraciones de la superficie de los productos cárnicos por lo que unas buenas prácticas de higiene y almacenamiento evitarán las principales causas que producen estos cambios (Pérez *et al.*, 2000).

Así mismo, Price y Scheweirgt (1994), indican que el color final de la carne cocida depende del tipo, duración y temperatura de cocinado. Por lo que el cocinado en microondas no induce tostado, y las hamburguesas cocidas de esta forma tienen apariencia anémica (Varnam y Sutherland, 1998).

b. Atributo olor

Respecto al atributo olor, los resultados de las muestras tratadas con cebolla roja y sal, no mostraron significación estadística (Anexo 12) hasta el día 5, el último día se observó diferencias, alcanzando las muestras una escala entre "No agrada ni desagrada" y "Agrada ligeramente". Los resultados se reportan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Evaluación del atributo olor de la carne de pollo con cebolla roja y sal.

Trat.	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	2,6 ^{ab}	3,8 ^a	3,2 ^a	3,2 ^a	3,0 ^a	3,6 ^a	3,0 ^b
EC1	4,2 ^a	3,8 ^a	3,8 ^a	4,2 ^a	4,2 ^a	4,6 ^a	4,2 ^a
EC2	3,8 ^a	4,6 ^a	4,0 ^a	3,6 ^a	4,6 ^a	3,8 ^a	4,4 ^a
S1	3,6 ^{ab}	4,2 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	4,2 ^a	3,4 ^{ab}
S2	3,4 ^{ab}	4,0 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,6 ^a	3,2 ^a	2,8 ^b
M	4,2 ^a	4,4 ^a	4,0 ^a	4,2 ^a	4,2 ^a	4,6 ^a	4,4 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, diferentes superíndices en la misma columna. $P < 0,05$

Los resultados del atributo olor para las muestras tratadas con cebolla blanca, mostraron diferencias estadísticas (Anexo 13), en los 7 días de almacenamiento, como se reporta en el Cuadro 15, alcanzando una escala entre "Agrada ligeramente" y "Desagrada ligeramente" en Co, para las demás muestras la escala osciló entre "No agrada ni desagrada" y "Agrada ligeramente".

Cuadro 15. Evaluación del atributo olor de la carne de pollo con cebolla blanca y sal.

Trat.	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	3,2 ^a	3,2 ^{ab}	3,0 ^{ab}	3,4 ^a	3,2 ^{ab}	3,6 ^b	2,8 ^{ab}
EC1	3,6 ^a	4,0 ^a	4,2 ^a	3,6 ^a	3,8 ^a	3,8 ^{ab}	3,8 ^a
EC2	3,8 ^a	4,2 ^a	4,2 ^a	3,8 ^a	4,3 ^a	4,2 ^a	4,0 ^a
S1	3,6 ^a	3,8 ^{ab}	3,6 ^a	3,8 ^a	3,4 ^a	3,6 ^{ab}	3,4 ^a
S2	3,6 ^a	4,0 ^a	3,8 ^a	3,2 ^a	3,6 ^a	3,2 ^b	3,4 ^a
M	3,8 ^a	4,8 ^a	4,8 ^a	3,8 ^a	4,0 ^a	4,4 ^a	4,4 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, diferentes superíndices en la misma columna. $P < 0,05$.

Estos resultados pueden ser debido a que el aroma de la carne cocida es mucho más pronunciado al de la carne cruda y depende del método de preparación o procesamiento, de la clase de carne y del tratamiento que haya recibido antes de su cocción, adquiriendo con el tiempo un olor a acre característico, lo cuál se debe a que la mioglobina cataliza la oxidación de la grasa después de su procesamiento (Price y Scheweigt, 1994).

Así mismo, Charley (1991), indica que el aroma a pollo de las carnes cocidas se debe a los carbonilos volátiles, como el sulfuro de hidrógeno.

c. Atributo sabor

Con respecto al atributo sabor de las muestras tratadas con cebolla roja y sal, no mostraron significación estadística (Anexo 14) hasta el día 5, el último día se mostraron diferencias entre los tratamientos, particularmente con Co, alcanzando éste una escala entre "Aceptable" y "Desagradable"; en los demás

tratamientos la escala osciló entre "Agradable" y "Aceptable". Los resultados se reportan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Evaluación del atributo sabor de la carne de pollo con cebolla roja y sal.

Trat.	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	3,2 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,0 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a	2,8 ^b
EC1	3,8 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,8 ^a	3,6 ^a	3,2 ^{ab}
EC2	3,6 ^a	3,6 ^a	3,8 ^a	3,6 ^a	4,4 ^a	3,6 ^a	4,2 ^a
S1	3,8 ^a	3,4 ^a	3,6 ^a	3,4 ^a	3,8 ^a	3,4 ^a	3,4 ^{ab}
S2	3,6 ^a	3,4 ^a	3,6 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,2 ^a
M	4,4 ^a	3,8 ^a	3,6 ^a	3,8 ^a	4,4 ^a	4,2 ^a	3,8 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, diferentes superíndices en la misma columna. $P < 0,05$.

En cuanto al atributo sabor de las muestras tratadas con cebolla blanca y sal, reportado en el Cuadro 17, se observó significación estadística (Anexo 15), alcanzando el Co una escala entre "Aceptable" y "Desagradable" y las demás muestras alcanzaron una escala entre "Aceptable" y "Agradable".

Según Price y Scheweirgt (1994), el sabor de la carne cocinada depende de la edad del animal, el tipo de alimento y el tiempo y condiciones de almacenamiento.

El tratamiento del calor de carnes no curadas inicia un cambio oxidativo en los tejidos grasos, responsable por la pérdida de palatabilidad durante el almacenamiento posterior (Poste *et al.*, 1986).

Cuadro 17. Evaluación del atributo sabor de la carne de pollo con cebolla blanca y sal.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	2	3	4	5	6
Co	3,2 ^a	3,0 ^a	3,0 ^b	3,4 ^a	3,4 ^a	2,8 ^{bc}	2,8 ^b
EC1	3,8 ^a	3,6 ^a	3,4 ^b	3,6 ^a	3,6 ^a	3,8 ^b	3,6 ^{ab}
EC2	4,0 ^a	3,8 ^a	3,8 ^{ab}	4,0 ^a	4,4 ^a	3,8 ^b	4,0 ^a
S1	3,4 ^a	3,4 ^{ab}	3,2 ^b	3,8 ^a	3,2 ^a	3,4 ^a	3,6 ^{ab}
S2	3,2 ^a	3,4 ^a	3,6 ^{ab}	3,4 ^a	3,6 ^a	3,8 ^b	3,4 ^a
M	4,0 ^a	4,0 ^a	4,4 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	4,6 ^a	3,8 ^a

Los datos son promedio de 5 repeticiones, diferentes superíndices en la misma columna. $P < 0,05$.

El deterioro del sabor de las carnes cocinadas es conocido como "sabor recalentado", el cuál describe olores y sabores desagradables que se ponen perceptibles dentro de 48 horas en carnes cocinadas no curadas almacenadas a temperatura de refrigeración (Karastogiannidou, 1999). De acuerdo al análisis sensorial realizado los tratamientos EC2 y M, mostraron mejor estabilidad durante el almacenamiento.

D. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS ÓPTIMOS

1. Análisis físico-químico

a. TBA

En el Cuadro 18 y la Figura 12, se observa la variación de la medida de TBA, para los tratamientos óptimos de ambas variedades de cebollas (roja y blanca), en muestras de carne de pollo cocido; 3% de cebolla roja liofilizada (EC2R), 1,6% de cebolla roja liofilizada y 1,5% sal (MR), 3% cebolla blanca

lío filizada (EC2B) y 1,6% de cebolla blanca lío filizada y 1,5% sal (MB), las cuales fueron empacadas al vacío y almacenadas a temperatura de refrigeración 4-8 °C por espacio de 7 días.

El tratamiento EC2R a partir del día 4 presentó significancia estadística ($p < 0.05$), pero EC2B no presentó diferencias durante los 7 días (Anexo 16).

Los efectos benéficos de la adición de cebolla a la carne de pollo, es probablemente debido al contenido de compuestos fenólicos, principalmente la quercetina; las sustancias fenólicas son buenos antioxidantes y funcionan interrumpiendo la propagación de cadenas de radicales libres del procesamiento oxidativo (Karastogiannidou, 1999).

Con respecto a los tratamientos MR y MB se aprecia que a mayor tiempo mayores valores de TBA.

El tratamiento EC2B, presentó mejor estabilidad que los demás tratamientos, demostrando que la cebolla blanca posee mayor inhibición de radicales libres.

Por ello en la industria alimentaria se está haciendo indispensable el uso de antioxidantes naturales especialmente en carne cocida recalentada después de refrigerarse porque está más predispuesta a la rancidez oxidativa referido como sabor sobrecalentado (Hawthorn, 1983).

Cuadro 18. Determinación de TBA en los tratamientos óptimos.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	0	1	2	3	4	5	6	
EC2R	0,59±0,04 ^a	0,68±0,02 ^a	0,87±0,07 ^a	1,08±0,07 ^a	1,51±0,04 ^b	1,73±0,02 ^b	2,09±0,06 ^b	
EC2B	0,53±0,02 ^a	0,60±0,04 ^a	0,73±0,04 ^a	0,93±0,06 ^a	1,07±0,05 ^a	1,39±0,12 ^a	1,71±0,07 ^a	
MR	0,84±0,02 ^c	1,13±0,07 ^c	1,44±0,10 ^c	1,80±0,06 ^c	2,04±0,06 ^d	2,45±0,12 ^d	2,88±0,06 ^d	
MB	0,77±0,02 ^b	0,92±0,07 ^b	1,16±0,04 ^b	1,41±0,11 ^b	1,80±0,04 ^c	2,10±0,07 ^c	2,35±0,03 ^c	

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno con tres repeticiones con diferentes superíndices en cada columna. P < 0,05

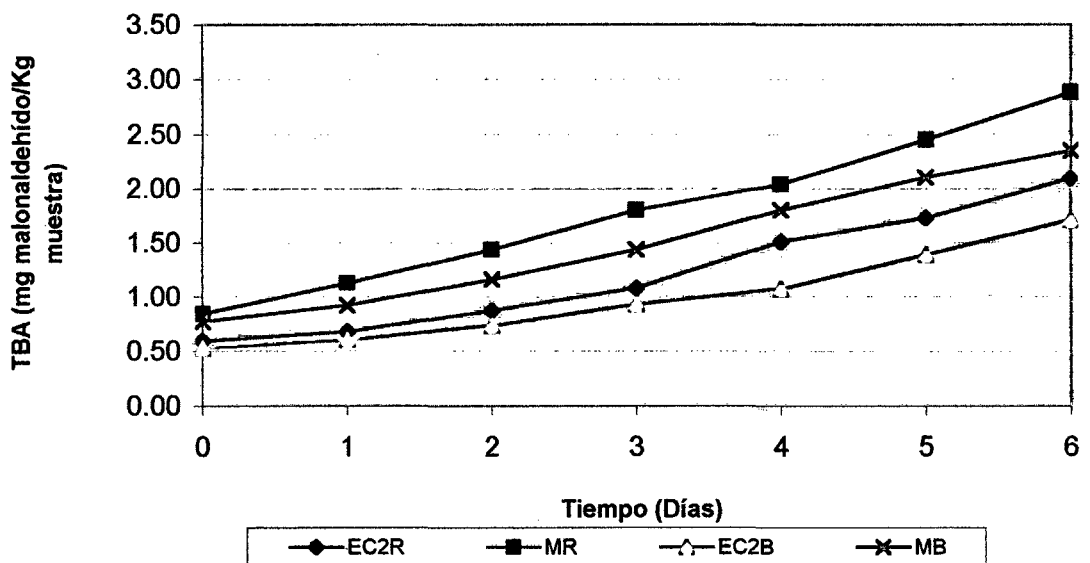


Figura 12. Evolución de TBA en los tratamientos óptimos.

b. Humedad

En el Cuadro 19 y Figura 13, se observa la variación de la pérdida de humedad de las muestras de carne de pollo oscura y cocida, tratadas con cebolla y sal; EC2R, EC2B, MR y MB, empacadas al vacío y almacenadas a refrigeración (4 - 8°C) por espacio de 7 días.

Se observa que la humedad desciende en forma lenta durante el tiempo de almacenamiento. Según Varnam y Sutherland (1998), durante el proceso de cocción los cambios más destacables son la disminución del volumen del músculo y por consiguiente la pérdida de fluidos.

En cuanto a los tratamientos 1,6% cebolla roja y 1,5% sal (MR) y 1,6 % cebolla blanca y 1,5 % sal (MB), las diferencias fueron significativas durante el almacenamiento (Anexo 17).

Según Price y Scheweigert (1994), la pérdida de la humedad durante pocos días de almacenamiento rara vez afecta adversamente la aceptabilidad de la carne. Así mismo, Agenjo (1967), menciona que el comercio gana con el envasado al vacío porque no hay mermas excesivas de mercancía y el público encuentra siempre una carne jugosa, tierna y grato de comer.

Cuadro 19. Valores de Humedad de los tratamientos óptimos.

Trat	Tiempo de almacenamiento (Días)			
	0	2	4	6
EC2R	67,10±0,14 ^b	66,79±0,16 ^b	65,73±0,19 ^{ab}	65,03±0,12 ^{ab}
MR	68,91±0,03 ^c	68,02±0,06 ^c	66,32±0,29 ^b	65,78±0,13 ^b
EC2B	66,43±0,05 ^a	66,04±0,14 ^a	65,08±0,12 ^a	64,17±0,18 ^a
MB	69,56±0,15 ^d	68,64±0,21 ^c	67,71±0,23 ^c	67,11±0,32 ^c

Los promedios representan (Promedios±SEM), cada experimento con tres repeticiones, con diferentes superíndices en cada columna

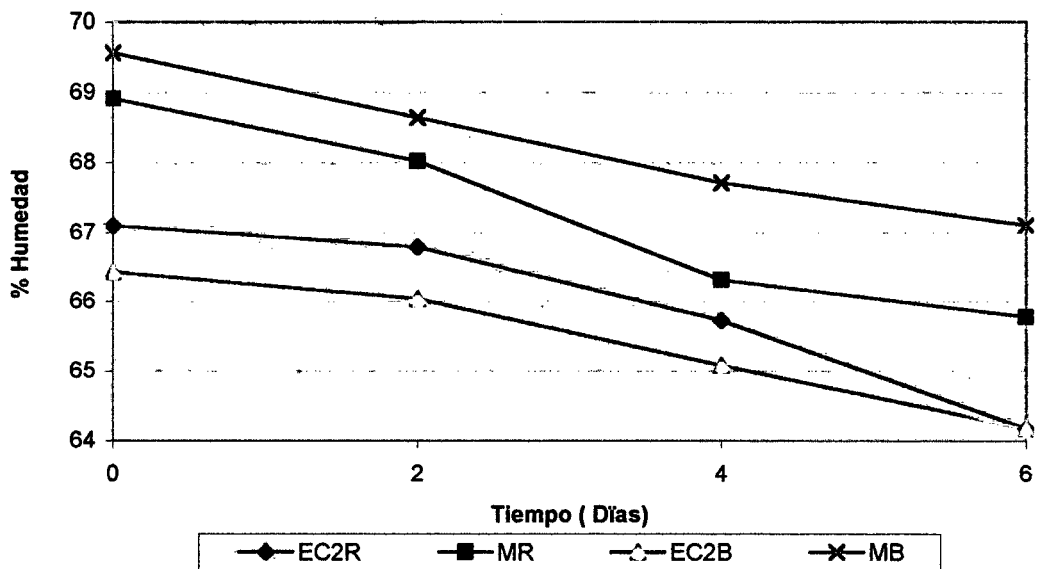


Figura 13. Variación de la Humedad en los tratamientos óptimos.

2. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico para los tratamientos óptimos: EC2R, MR, EC2B y MB; se muestran en el cuadro 20, a los 7 días de almacenamiento fue < 10 ufc/ g para todas las muestras; esto puede ser debido a que el cocinado en horno microondas inactiva los microorganismos ya que a diferencia de otros métodos de cocción, las microondas actúan directamente sobre el microorganismo por medio de la generación de calor. Mediante este tipo de cocción se inactivan los microorganismos no esporulados como *Salmonella* y *Staphylococcus* en carne de pollo (ICMSF, 1985 y Adams y Moss, 1997).

Cuadro 20. Resultados de la numeración de Microorganismos Aerobios Viables (diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3})

Día	Numeración Aerobios Viables (ufc/ g)			
	EC2R 3% cebolla roja	EC2B 3% cebolla blanca	MR 1,6% cebolla roja y 1,5% sal	MB 1,6% cebolla blanca y 1,5% sal
0	<10	<10	<10	< 10
3	< 10	< 10	<10	< 10
6	< 10	<10	< 10	< 10

Cada dilución se realizó por duplicado.

Mossel y Moreno (1982), mencionan que una numeración de microorganismos aerobios viables, refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, además de las condiciones higiénicas de la materia prima, y la forma en que fueron manipuladas durante la

elaboración. Tasas superiores a $10^6 - 10^7$ ufc/ g suelen ser inicio de descomposición.

Además Price y Scheweigert (1994), señalan que el éxito del envasado al vacío se deriva de la ausencia del oxígeno que retarda el crecimiento de los microorganismos aerobios alterantes de la carne. Garcia *et al.* (1999) mencionan que el método más directo para prevenir la proliferación microbiana es la refrigeración inmediata, inhibiendo entonces la mayoría de microorganismos contaminantes.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

- El contenido de flavonoides 3 – hidroxilo sustituido en las cebollas liofilizadas roja y blanca fue 3,10 y 2,74 (mg de ácido gálico equivalente / g de cebolla liofilizada), respectivamente.
- La cebolla blanca actúa mejor como antioxidante natural de la oxidación lipídica, proporcionando, la adición de 3% de cebolla blanca (EC2B) mayor estabilidad: TBA 1,71mg de aldehído malónico / Kg de muestra, acidez 0,14% ácido oleico, pH 6,2, Humedad 64,27% y NMAV <10 ufc /g; las muestras tratadas con la mezcla de cebolla y sal, también demostraron inhibir la oxidación lipídica.
- Los tratamientos que presentaron características sensoriales favorables durante el almacenamiento fueron 3% de cebolla (EC2) y la mezcla de 1,6% de cebolla y 1,5 % de sal (M), para ambas variedades.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar la utilización de la cebolla en el almacenamiento de otros tipos de carnes (pescado, cerdo, res, etc).
- Investigar la mezcla de la cebolla con otras especies vegetales con capacidad antioxidante.
- Investigar el efecto de diferentes temperaturas de almacenamiento para determinar la vida útil de productos cárnicos que contienen cebolla.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, M. R.; MOSS, M.O.** 1997. Microbiología de los alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 455 p.
- AGENJO, C.C.** 1967. Enciclopedia de la carne. Edit. Calpe S. A. Madrid – España. 1085 p.
- ALASNIER, A.; MEYNIER, M.; VIAU, M.; GANDEMER, G.** 2000. Hydrolytic and Oxidative Changes in the Lipids of Chicken Breast and Thigh Muscles During Refrigerated Storage. Journal of Food Science. Vol. 65. N° 1: 9 – 14.
- AOAC.** 1995. Official methods of Analysis of the Association Official analytical chemistry. Ed. 16th. Vol. II. Ed. Washington DC. 815 p.
- AOAC.** 1997. Official methods of Analysis of the Association Official analytical chemistry. Ed. Washington DC. 815 p.
- AQUINO, R.; DE SIMONE, F.; PIZZA, C.; CONTI, C.; STEIN, M.** 1989. Plant Metabolites, Structure and in Vitro antiviral Activity of Quinovic Acid Glycosides from Uncaria Tomentosa and Guetarda Platypoda. Journal of Natural Products. Vol. 52: 679 – 685.
- AUSTIC, R.; NESHEIM, M.** 1994. Producción avícola. Edit. El manual moderno S. A. México. p 24.

- BADUI, D.** 1994. Química de los alimentos. Edit. Alhambra Mexicana S. A. México. 639 p.
- BAILEY, A.** 1961. Aceites y grasas industriales. Edit. Reverté S. A. Zaragoza – España. p 50.
- BELITZ, H.; GROSS, W.** 1988. Química de los alimentos. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 423 p.
- BIRCH, G. G.; CAMERON, A. G.; SPENCER, M.** 1982. Ciencia de los alimentos. Edit. Hemisferio sur S. A. Buenos Aires – Argentina. p 122.
- BOURGEOIS, E.M; MESCLE, J.F; ZUCCA, J.** 1994. Microbiología alimentaria. Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. Edit. Acribia. Zaragoza. España. p 385.
- BRODY, L.A.** 1996. Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío. Edit. Acribia. Zaragoza. España. pp 3-5.
- CASSERES, E.** 1980. Producción de hortalizas. 3ª edición. Edit. Instituto Interamericano de ciencias Agrícolas (IICA). p 23.
- CHARLEY, H.** 1991. Tecnología de los Alimentos. Edit. Noriega LIMUSA. México. p 66- 67, 592-593 y 595.
- CHEFTEL, J; CHEFTEL, M .** 1997. Introducción a la bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. I. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 403 p.

- COCHRAN, W.; COX, G.** 1974. Diseños experimentales. Edit. Acribia S. A. Zaragoza – España. 423 p.
- COULTATE, T. P.** 1984. Alimentos: Química de sus componentes. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 199 p.
- DACARANHE, C.; TERAQ, J.** 2001. Effect of Phosphatidic Acid and Phosphatidyl serine on Lipid Oxidation in Beef Homogenate During Storage and in Emulsified Sardine oil. Journal of Food Science. Vol. 66. N° 3: 1123- 1128.
- DELGADO, de la F. B.** 1993. Datos básicos de los cultivos hortícolas. Programa de investigación en hortalizas de la UNALM. 97 p.
- DESROSIER, W. N.** 1997. Elementos de la tecnología de Alimentos. Edit. Continental. México. 322 p.
- FENNEMA, O. R.** 1993. Química de los alimentos. Edit. Reverté. Zaragoza – España. 1095 p.
- FERSINI, A.** 1974. Horticultura práctica. 2ª edición. Edit. Diana. México. p 257 - 259.
- FORREST, J. C.; ABERLE, D. E.; HEDRICK, B. H.; JUDGE, D. M.; MARKEL, A. R.** 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 268.

- FRAZIER, W.** 1993. Microbiología de los alimentos. 4^a edición. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 681p.
- GARCIA, G.; QUINTERO, M.; LOPEZ, M.** 1999. Biotecnología Alimentaria. Limusa Noriega Editores. p 232.
- GIAVARINI, I.** 1981. Notas prácticas de avicultura moderna. Agt. Editor, S: A: México. p 156.
- GIL, F. M.** 1995. Elementos de la Fisiología Vegetal. Edit. Mundi – Prensa. Sevilla – España. 1146 p.
- GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELA, J.; BARROEJ, A.; IODONY, R.** 2000. Measurement of 2 – thiobarbituric Acid Values in Dark Chicken Meat through Derivative Spectrophotometry : Influence of Varios Parameters. J. Agric. Food Chem. N° 48: 1155 – 1159.
- GROSSKLAUS, D.** 1979. Inspección Sanitaria de la Carne de Ave. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 22 - 36.
- HART, F.; FISHER, H.** 1991. Análisis Moderno de los Alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 619 p.
- HAWTHORN, J.** 1983. Fundamento de la Ciencia de alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 91- 98, 553- 556, 566- 567.

- HE, Y.; SHADIHI, F.** 1997. Antioxidant Activity of Green Tea and Its Catechins in a Fish Meat Model System. *J. Agric. Food Chem.* N° 45:4262 – 4266.
- HUANG, S.; FRANKEL, E.** 1997. Antioxidant Activity of Tea Catechins in Different Lipids System. *J. Food Chem.* N° 45: 3033 – 3038.
- ICMSF.** 1980. *Ecología microbiana de los alimentos.* Edit. Acribia. Zaragoza – España. 332 p.
- , 1983. *Microorganismos de los Alimentos; Técnicas de Análisis microbiológico.* 2ª edición. Edit. Acribia. Vol I. Zaragoza – España. 431p
- , 1985. *Ecología microbiana de los alimentos. Productos alimenticios.* Vol. II. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 333- 989.
- INDUSTRIA ALIMENTICIA.** 1998. Presentamos a Guardian™ un aditivo confiable que da protección natural a la estabilidad del sabor y del color originales de sus productos. España. p 68.
- INDUSTRIA CARNICA PARA LOS PROCESOS DE ALIMENTOS LATINO AMERICANOS.** 1997. Stagnito communication INC/ UNP. Empresa Demiuc Company. Setiembre. Vol. 8. N°9: 23-27.
- JAY, M. J.** 1994. *Microbiología moderna de los alimentos.* 3ª edición. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 795 p.

JONES, H.; MANN, L. 1963. Onion and their Allies. Botany, cultivation and utilization. 286 p.

KÄHKÖNEN, M.; HOPIA, A.; VUORELA, H.; RAHUA, J.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T.; HIENONEN, M. 1999. Antioxidant Activity of Plant Extract Containing Phenolics Compounds. *J. Agric. Food Chem.* N° 47: 3954 – 3962.

KARASTOGIANNIDOU, C. 1999. Effects of Onion Quercetin on Oxidative stability of Cook – Chill Chicken in Vacuum – Sealed Containers. *Journal of food Science.* Vol. 64. N° 6: 978 – 981.

KIM, T. J.; CHAMUL, R. S.; CHEN, T.C. 2000. Influence of Ozone, Hydrogen Peroxide, or salt on Microbial Profile, TBARs and Color of Channel Catfish fillets. *Journal of Food Science.* Vol. 65. N° 7: 1210 –1213.

KINSELLA, J.; FRANKEL, E.; GERMAN, B; KANNER, J. 1993. Possible Mechanisms for the Protective Role of Antioxidant in Wine and Plant Foods. *Food Technology.* Vol. 4: 85 – 89.

KIRK, S. R.; SAWYER, R.; EGAN, H. 1996. *Composición y Análisis de Pearson.* 2ª edición. Edit. Cesca. México. 527 p.

LARRAÑAGA, C. J.; CARBALLO, F, J.; FERNANDEZ, S. J. 1999. *Control e Higiene de los alimentos.* Vol. 2. Edit. Reverté. España. 675p.

- LAWRIE, E.** 1977. Ciencia de la Carne. 2ª edición. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 539 p.
- LOCK DE UGAZ, O.** 1994. Investigación fitoquímica. 2ª edición. Edit. Fondo. Lima – Perú. 328p.
- LOPEZ, de T. G.; CARBALLO, G. B.; MADRID, V. A.** 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Edit. AMV Mundi – Prensa. Madrid – España. p 456.
- LUCK, E.** 1981. Conservación química de los alimentos, sustancias, acciones y métodos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 243 p.
- MACKEY, C. A.; FLORES, M. J.; SOSO, G. M.** 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. Edit. Ciepes. San Felipe – venezuela. 82 p.
- MAROTO, J. V.** 1989. Horticultura herbácea especial. 3ª edición. Edit. Mundi – Prensa: 115 -116.
- MAROTTI, M.; PICCAGLIA, R.** 2002. Characterization of Flavonoids in Different Cultivars of Onion (*Allium cepa* L). Journal of Food Science. Vol. 67. N° 3: 1229 – 1231.
- MEDINA, J. L. A.** 1997. Protección de los aceites con antioxidantes naturales. SOYANOTICIAS. Octubre – Diciembre: 6 –10.

- MONTES, A.** 1993. Cultivo de Hortalizas. Guía de prácticas. Edit. Escuela agrícola panamericana. Honduras. p 24 - 25.
- MONTES, A.; HOLLE, M.** 1970. Descripción de algunos cultivos olerícolas. UNALM. Programa académico de Agronomía. Lima – Perú. p 2.
- MOSSEL, D. A.; MORENO, G. B.** 1982. Microbiología de los alimentos. 3ª edición. Edit. Acribia S. A. Zaragoza – España. p 13 - 185.
- MULTON, L.J.; LEPATRE, F.** 1988. Aditivos auxiliares de fabricación en industrias agroalimentarias. Edit. Acribia. Zaragoza. España. pp 5,7-9.
- NICKERSON, J. T.; SINSKEY, A. J.** 1978. Microbiología de los alimentos y sus procesos de elaboración. Edit. Acribia. Zaragoza– España. 278 p.
- NISSEN, L. R.; MANSSON, L.; BERTELSEN, G.; HUYNM – BA, T.; SKIBSTED, L. H.** 2000. Protection of Desehidrated Chicken Meat by Natural Antioxidants as Evaluated by Electron Spin Resonance Spectrometry. J. Agric. Food Chem. N° 48: 5548 – 5556.
- NOSKOWA, G. L.** 1975. Microbiología de las carnes conservadas por el frío. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 13.
- PASCUAL, A.; CALDERON, V.** 1999. Microbiología Alimentaria. 2ª edición. Edit. Díaz de Santos. Madrid- España. 441 p.

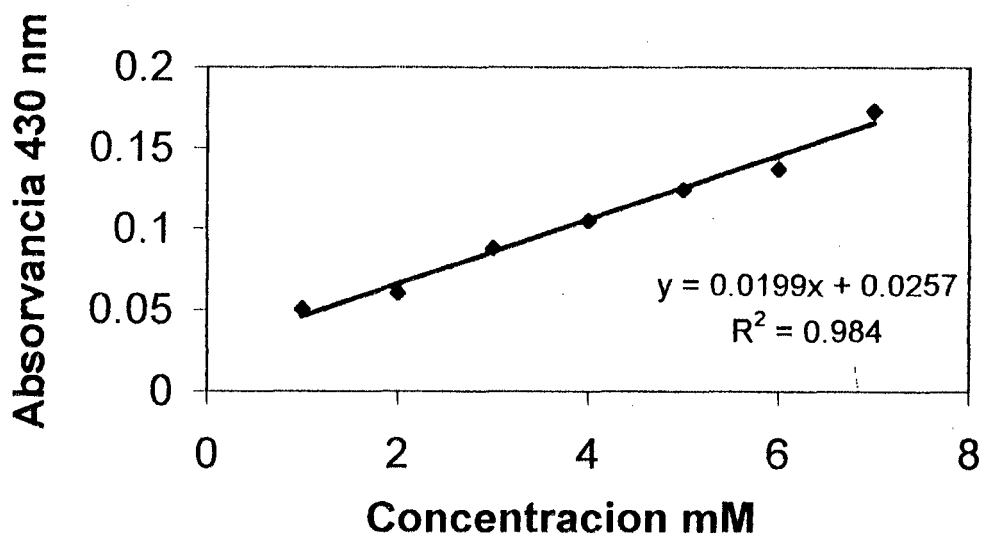
- PEREZ, D. D.; ANDUJAR, R. G.** 2000. Cambios de coloración de productos cárnicos. Revista Cubana: Alimentaria y Nutrición. Vol. 64. N° 2: 114- 123.
- POSTE, L.; WILLEMONT, G.; BUTLER, G.; PATTERSON.** 1986. Sensory Aroma Scores and TBA values as Indices of Warmed- over Flavor in Pork. Journal of Food Science. Vol. 51. N° 4: 886 – 888.
- PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, J.** 1994. Tecnología e higiene de la carne. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 835 p.
- PRICE, J. F.; SCHEWEIGERT, B. S.** 1994. Ciencia de la carne y los productos cárnicos. 2ª edición. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 581p.
- RANKEN, D. M.** 1993. Manual de Industrias de los Alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. p 13-14.
- RHEE, K. S.; ANDERSON, L. M.; SAMS, A. R.** 1996. Lipid Oxidation Potencial of Beef, Chicken and Pork. Journal of Food Science. Vol. 61. N° 1: 8 –12.
- TECNOLOGIA ALIMENTARIA.** 1995. Importancia de los antioxidantes naturales en la industria alimentaria. Julio – setiembre. Vol. 1. N° 1. p 8.
- VALENCIA, O. C.** 1995. Fundamentos de la fitoquímica. Edit. Trillas. México-D. F. 235p.
- VARNAM, H. A.; SUTHERLAND, P. J.** 1998. Carne y productos Cárnicos. Edit. Acribia S. A. Zaragoza – España. 423 p.

- VINSON, J. A.; SU, X.; ZUBI, K. L.** 1998. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods Vegetables. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 46. N° 9: 3630- 3634.
- VISWANATHAN, P.; SRIRAM, V.; YOGEE SWAMAR, G.** 2000. Sensitive Spectrophotometric Assay for 3 – hydroxy – substituted, Flavonoids, Based on their Binding with Molybdenum, Antimony or Bismuth. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 48: 2802 – 2806.
- WEINLING, H.** 1973. *Tecnología Practica de la carne.* Edit. Acribia. Zaragoza – España. 392 p.
- WILKINSON, A. L.; SUN, Q.; SENE CAL, A.; FAUSTMAN, C.** 2001. Antioxidant Effects on TBARs and Fluorescence Measurements in Freeze – Dried Meats. *Journal of Food Science.* Vol. 66. N°1: 20-24.
- WU, J. Y.; MILLS, E. W.; HENNING, W. R.** 2000. Oxidative Stability and Sensory Attributes of Prerigor Cooked Beef Steak. *Journal of Food Science.* Vol. 65. N° 8: 1382 – 1385.
- YING, M.; CHENG, W.** 1998. Antioxidant Activity of Several Allium members. *Journal Agricul. Food Chem.* N° 64 : 4097 – 4101.

ANEXO

Anexo 1. Curva estándar del ácido galico

Concentración mM	Promedio Absorvancia a 430 nm	SEM
7	0.1730	2.151E-09
6	0.1373	3.333E-04
5	0.1243	3.333E-04
4	0.1050	0.000E+00
3	0.0880	5.774E-04
2	0.0603	3.333E-04
1	0.0503	3.333E-04



Anexo 2. Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de color, olor y sabor en carne cocida de pollo tratada con cebolla y sal.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA: HORA:

MUESTRA:

Evaluar marcando con una "X", el orden de preferencia de las muestras.

COLOR

ESCALA		
Crema brillante		
Crema		
Crema opaco		
Crema oscuro		

OLOR

ESCALA		
Agrada		
Agrada ligeramente		
No agrada ni desagrada		
Desagrada ligeramente		
Desagrada		

SABOR

ESCALA		
Muy agradable		
Agradable		
Aceptable		
Desagradable		
Muy desagradable		

OBSERVACIONES:

.....

Anexo 3. Distribución de las muestras para la evaluación sensorial por los panelistas con 6 tratamientos

Panelistas	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	X	X				
2			X	X		
3					X	X
4	X		X			
5		X			X	
6				X		X
7	X			X		
8		X				X
9			X		X	
10	X				X	
11		X		X		
12			X			X
13	X					X
14		X	X			
15				X	X	

T= 6 k= 2 r= 5 b= 15 $\lambda = 1$ E = 0.60

Anexo 4. Análisis de varianza para el TBA en carne de pollo tratada con cebolla roja y sal, empacada al vacío y refrigerada

Evaluación a los 0 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	40.56991354	8.11398271	311.89	0.0001
Error	12	0.31219032	0.02601586		
Total	17	40.88210386			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.992364	5.042917	0.16129433	3.19843333	

Evaluación a los 2 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	74.10225472	14.82045094	1240.38	0.0001
Error	12	0.14337960	0.01194830		
Total	17	74.24563432			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.998069	2.671573	0.10930828	4.09153333	

Evaluación a los 4 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	113.72531872	22.74506374	1431.77	0.0001
Error	12	0.19063200	0.01588600		
Total	17	113.91595072			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.998327	2.564458	0.12603968	4.91486667	

Evaluación a los 6 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	177.67273186	35.53454637	554.55	0.0001
Error	12	0.76893648	0.06407804		
Total	17	178.44166834			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.995691	4.100814	0.25313641	6.17283333	

Anexo 5. Análisis de varianza para el TBA en carne de pollo tratada con cebolla blanca y sal, empacada al vacío y refrigerada.

Evaluación a los 0 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	27.21989764	5.44397953	1070.88	0.0001
Error	12	0.06100381	0.00508365		
Total	17	27.28090145			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.997764	2.868505	0.07129972	2.48560556	

Evaluación a los 2 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	78.02488330	5.60497666	1671.56	0.0001
Error	12	0.11202672	0.00933556		
Total	17	78.13691002			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.998566	2.550279	0.09662070	3.78863333	

Evaluación a los 4 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	76.50853080	15.30170616	1312.59	0.0001
Error	12	0.13989144	0.01165762		
Total	17	76.64842224			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.998175	2.233841	0.10797046	4.83340000	

Evaluación a los 6 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	132.07726367	26.41545273	1286.74	0.0001
Error	12	0.24634853	0.02052904		
Total	17	132.32361220			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.998138	2.449996	0.14327960	5.84815556	

Anexo 6. Análisis de varianza para la acidez en carne de pollo cocida, tratada con cebolla roja y sal, empacada al vacío y refrigerada.

Evaluación a los 0 días

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr > F
Tratamiento	5	0.000495201	0.00009904	2.73	0.0715
Error	12	0.00043534	0.00003628		
Total	17	0.00093054			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.532164	3.958258	0.00602315	0.15216667	

Evaluación a los 2 días

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr > F
Tratamiento	5	0.00039765	0.00007953	2.26	0.1147
Error	12	0.00042213	0.00003518		
Total	17	0.00081978			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.485071	3.465854	0.00593104	0.17112778	

Evaluación a los 4 días

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr > F
Tratamiento	5	0.00146490	0.00029298	3.00	0.0555
Error	12	0.00117379	0.00009782		
Total	17	0.00263869			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.555163	5.546238	0.00989017	0.17832222	

Evaluación a los 6 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.00415732	0.00083146	24.16	0.0001
Error	12	0.00041298	0.00003442		
Total	17	0.00457030			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.909638	2.882609	0.00586643	0.20351111	

Anexo 7. Análisis de varianza para la acidez en carne pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal, empacada al vacío y refrigerada.

Evaluación a los 0 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.00333270	0.00066654	21.90	0.0001
Error	12	0.00036530	0.00003044		
Total	17	0.00369800			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.901217	4.295737	0.00551740	0.12843889	

Evaluación a los 2 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.00759481	0.00151896	62.77	0.0001
Error	12	0.00029037	0.00002420		
Total	17	0.00788519			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.963175	3.419620	0.00491912	0.14385000	

Evaluación a los 4 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.00701804	0.00140361	147.83	0.0001
Error	12	0.00011394	0.00000950		
Total	17	0.00713198			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.984024	1.998671	0.00308140	0.15417222	

Evaluación a los 6 días

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.01291900	0.00258380	86.48	0.0001
Error	12	0.00035852	0.00002988		
Total	17	0.01327752			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACIDEZ Mean	
	0.972998	3.176034	0.00546596	0.17210000	

Anexo 8. Análisis de varianza para el pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla roja y sal, empacada al vacío y refrigerada.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.12000000	0.02400000	14.40	0.0001
Error	12	0.02000000	0.00166667		
Total	17	0.14000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.857143	0.641228	0.04082483	6.36666667	

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.03833333	0.00766667	3.45	0.0366
Error	12	0.02666667	0.00222222		
Total	17	0.06500000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.589744	0.746287	0.04714045	6.31666667	

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.05333333	0.01066667	4.80	0.0122
Error	12	0.02666667	0.00222222		
Total	17	0.08000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.666667	0.752241	0.04714045	6.26666667	

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.05777778	0.01155556	6.93	0.0029
Error	12	0.02000000	0.00166667		
Total	17	0.07777778			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.742857	0.659647	0.04082483	6.18888889	

Anexo 9. Análisis de varianza para el pH en carne de pollo cocida tratada con cebolla blanca y sal, empacada al vacío y refrigerada.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.009444444	0.001888889	1.13	0.3946
Error	12	0.02000000	0.00166667		
Total	17	0.029444444			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.320755	0.648585	0.04082483	6.294444444	

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.011111111	0.002222222	0.80	0.5705
Error	12	0.033333333	0.00277778		
Total	17	0.044444444			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.250000	0.842525	0.05270463	6.255555556	

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.024444444	0.004888889	1.76	0.1957
Error	12	0.033333333	0.00277778		
Total	17	0.05777778			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.423077	0.848554	0.05270463	6.211111111	

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	5	0.02000000	0.00400000	2.40	0.0994
Error	12	0.02000000	0.00166667		
Total	17	0.04000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.500000	0.662024	0.04082483	6.16666667	

**Anexo 10. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo
Color de las muestras tratadas con cebolla roja Y sal.**

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	0.33		1.0430	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	0.57				
Bloques ajustados	10	1.43	0.143			
Error intrabloque	10	1.83	0.183			
Total	29	4.17				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.20		0.9963	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	0.67				
Bloques ajustados	10	2.17	0.217			
Error intrabloque	10	3.83	0.383			
Total	29	7.87				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.87		0.5319	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	1.10				
Bloques ajustados	10	4.23	0.423			
Error intrabloque	10	4.50	0.450			
Total	29	12.70				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	0.80		0.1523	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	0.27				
Bloques ajustados	10	2.23	0.223			
Error intrabloque	10	4.17	0.417			
Total	29	7.47				

Anexo 11. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo color de las muestras tratadas con cebolla blanca y sal.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.13		1.1706	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	1.20				
Bloques ajustados	10	1.97	0.197			
Error intrabloque	10	2.50	0.250			
Total	29	6.80				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.47		5.0571	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	6.40				
Bloques ajustados	10	2.27	0.227			
Error intrabloque	10	4.67	0.467			
Total	29	14.80				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.87		0.5149	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	0.67				
Bloques ajustados	10	2.83	0.283			
Error intrabloque	10	3.50	0.350			
Total	29	9.87				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.20		2.1333	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	1.20				
Bloques ajustados	10	5.13	0.513			
Error intrabloque	10	1.67	0.167			
Total	29	9.20				

Anexo 12. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo olor de las muestras tratadas con cebolla roja y sal.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.80		6.3726	2.97	*
Trat. No ajustado	5	8.97				
Bloques ajustados	10	3.53	0.353			
Error intrabloque	10	2.67	0.267			
Total	29	16.97				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.53		1.1794	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	3.60				
Bloques ajustados	10	3.73	0.373			
Error intrabloque	10	6.33	0.633			
Total	29	15.20				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.67		2.9221	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	8.97				
Bloques ajustados	10	6.37	0.637			
Error intrabloque	10	6.17	0.617			
Total	29	24.17				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.47		10.4679	2.97	*
Trat. No ajustado	5	13.10				
Bloques ajustados	10	4.73	0.473			
Error intrabloque	10	2.00	0.200			
Total	29	22.30				

Anexo 13. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo olor de muestras tratadas con cebolla blanca y sal.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.20		0.5513	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	1.20				
Bloques ajustados	10	4.30	0.430			
Error intrabloque	10	3.50	0.350			
Total	29	11.20				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.876		6.3194	2.97	*
Trat. No ajustado	5	9.47				
Bloques ajustados	10	3.87	0.387			
Error intrabloque	10	2.67	0.267			
Total	29	17.87				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.47		3.7186	2.97	*
Trat. No ajustado	5	3.50				
Bloques ajustados	10	1.50	0.150			
Error intrabloque	10	3.83	0.383			
Total	29	10.30				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.47		4.8759	2.97	*
Trat. No ajustado	5	7.77				
Bloques ajustados	10	3.57	0.357			
Error intrabloque	10	3.17	0.317			
Total	29	16.97				

Anexo 14. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras tratadas con cebolla roja y sal.

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	0.53		2.8381	2.97	N.S
Trat. No ajustado	5	3.87				
Bloques ajustados	10	1.47	0.147			
Error intrabloque	10	4.00	0.400			
Total	29	9.87				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	2.20		0.1705	2.97	N.S
Trat. No ajustado	5	0.57				
Bloques ajustados	10	2.93	0.293			
Error intrabloque	10	5.67	0.567			
Total	29	11.37				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	3.67		2.6586	2.97	N.S
Trat. No ajustado	5	6.17				
Bloques ajustados	10	3.33	0.333			
Error intrabloque	10	7.00	0.700			
Total	29	20.17				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	4.20		3.5390	2.97	*
Trat. No ajustado	5	4.80				
Bloques ajustados	10	3.53	0.353			
Error intrabloque	10	2.67	0.267			
Total	29	15.20				

Anexo 15. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras tratadas con cebolla blanca

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.13		4.2436	2.97	N.S
Trat. No ajustado	5	5.90				
Bloques ajustados	10	6.27	0.627			
Error intrabloque	10	3.00	0.300			
Total	29	16.30				

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.20		6.7138	2.97	*
Trat. No ajustado	5	6.17				
Bloques ajustados	10	4.67	0.467			
Error intrabloque	10	1.33	0.133			
Total	29	13.37				

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	0.87		1.6552	2.97	N. S
Trat. No ajustado	5	4.40				
Bloques ajustados	10	5.77	0.577			
Error intrabloque	10	4.17	0.417			
Total	29	15.20				

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Sig
Repetición	4	1.13		5.0249	2.97	*
Trat. No ajustado	5	2.27				
Bloques ajustados	10	6.40	0.640			
Error intrabloque	10	1.67	0.167			
Total	29	11.47				

Anexo 16. Análisis de varianza del TBA para los tratamientos óptimos

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	0.18874089	0.06291363	96.19	0.0001
Error	8	0.00523224	0.00065403		
Total	11	0.19397313			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.973026	3.757844	0.02557401	0.68055000	

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	0.89986416	0.29995472	74.98	0.0001
Error	8	0.03200184	0.00400023		
Total	11	0.931866			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.965658	6.021265	0.06324737	1.05040000	

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	1.56815100	0.52271700	233.79	0.0001
Error	8	0.01788696	0.00223587		
Total	11	1.58603796			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.988722	2.949965	0.04728499	1.60290000	

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	2.17180548	0.72393516	247.90	0.0001
Error	8	0.02336256	0.00292032		
Total	11	2.19516804			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean	
	0.989357	2.393162	0.05403999	2.25810000	

Anexo 17. Análisis de varianza de la Humedad de los tratamientos óptimos

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	19.64606667	6.54868889	191.53	0.0001
Error	8	0.27353333	0.03419167		
Total	11	19.91960000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	HUMEDAD Mean	
	0.986268	0.271926	0.18490989	68.00000000	

Evaluación a los 2 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	12.45909167	4.15303056	59.51	0.0001
Error	8	0.55833333	0.06979167		
Total	11	13.01742500			
	R-Square	C.V.	Root MSE	HUMEDAD Mean	
	0.957109	0.392120	0.26418112	67.37250000	

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	11.25566667	3.75188889	26.19	0.0002
Error	8	1.14593333	0.14324167		
Total	11	12.40160000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	HUMEDAD Mean	
	0.907598	0.571625	0.37847281	66.21000000	

Evaluación a los 6 días de almacenamiento

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	13.93846667	4.64615556	37.72	0.0001
Error	8	0.98540000	0.12317500		
Total	11	14.92386667			
	R-Square	C.V.	Root MSE	HUMEDAD Mean	
	0.933972	0.535631	0.35096296	65.52333333	