

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Dr. Guillermo Crapiste por confiar en mí para la realización de este trabajo de tesis, por su invaluable apoyo durante las investigaciones y comprensión ante mis desalientos, por aportar siempre ideas positivas, incentivar la continuidad del mismo y por ser para sus alumnos un ejemplo de excelencia docente y mejor persona.

A mis compañeros del grupo del Laboratorio de Alimentos, por abrirme sus puertas y hacerme sentir una más dentro del grupo, por brindarme su ayuda en los momentos difíciles y compartir los buenos, y por enseñarme a proceder con la mayor lealtad y precisión en el trabajo de investigación.

A la Dra. Belén Buglione, mi primera maestra de laboratorio e invaluable apoyo para el inicio del trabajo, al Ingeniero Pedro Forbito por su permanente y desinteresada ayuda en todas las fases de la investigación.

A mis amigos y compañeros docentes de la Escuela de Agricultura y Ganadería, que con comprensión y aliento me ayudaron a cumplir el objetivo y a mis queridos alumnos primeros receptores del trabajo profesional y docente.

A mí querida familia por su amor incondicional, por entender mi vocación y mis largas ausencias.

A mí padre y a mi hijo que están siempre presentes....

RESUMEN

Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 han adquirido especial importancia debido a sus efectos benéficos para la salud humana y animal. La carne de pollo enriquecida está considerada una buena alternativa para el consumo de ácidos grasos poliinsaturados omega-3. La utilización de algunas materias primas vegetales en la dieta, tales como semilla y aceite de lino o de colza, pueden incrementar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en forma de ácido linolénico en la carne.

Uno de los principales problemas de la carne de pollo enriquecida con ácidos grasos omega-3 es la facilidad de oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de los tejidos, como resultado de sus dobles enlaces, produciendo peróxidos y aldehídos, responsables de un deficiente flavor, oxidación de los tejidos y reducción de la calidad de almacenamiento. La suplementación con vitamina E en la dieta de los pollos parrilleros alimentados con semillas o aceite de origen vegetal favorece la estabilidad a la oxidación de los ácidos grasos insaturados.

El objetivo de este trabajo de tesis fue estudiar el efecto de la semilla de lino adicionada a la dieta sobre la calidad y el contenido de los ácidos grasos poliinsaturados en la carne de pollo fresco, refrigerado, congelado y cocido, y evaluar la estabilidad oxidativa de la carne de pollo con las dietas ricas en lino por la adición de diferentes cantidades de vitamina E.

Los ensayos de crianza se llevaron a cabo durante tres años. La dieta se elaboró con materias primas de origen vegetal: maíz y harina de soja, complementada con harina de carne, ceniza de hueso y núcleo vitamínico. En los primeros dos ensayos se alimentó a los pollos con esta dieta base y el agregado de 4 u 8 % de semilla de lino y 8 % de semilla de lino más 200 mg de vitamina E / kg, respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos años anteriores, a la dieta experimental del último ensayo se le agregó 8 % de semilla de lino y se suplementó con 200 y 400 mg de vitamina E / kg. A los 51 días de comenzado el ensayo, se sacrificó una muestra

representativa de los animales por dieta, se pesó la carcasa y se sacó el promedio por pollo, comparando este valor con el peso vivo, en cada tratamiento.

Con el objeto de evaluar la calidad y composición de los ácidos grasos en el tejido muscular del pollo fresco, cocido, refrigerado por una semana y congelado, se tomó una muestra representativa de cada lote y de cada unidad se prepararon tres muestras de 200 g cada una que una vez envasadas y etiquetadas fueron inmediatamente enfriadas a 5 °C ó congeladas a - 2 °C. La extracción de los lípidos se realizó por una adaptación del método de Folch y la metilación por el método de Morrison y Smith. La identificación y cuantificación de los ácidos grasos fue realizada por cromatografía gaseosa. Para medir la estabilidad oxidativa de la carne fresca y refrigerada durante cinco días se utilizó el método de TBARS.

Para evaluar la calidad organoléptica de la carne cocida se llevaron a cabo pruebas hedónicas, con jueces no entrenados, durante los tres años. Se utilizó el test triangular para encontrar la muestra estadísticamente diferente. Con estas muestras se realizaron pruebas de aceptabilidad, empleando una escala hedónica y el test de Student.

La composición de ácidos grasos de las diferentes dietas en la carne de pollo fresca, refrigerada, congelada y cocida y las determinaciones de TBAR, fueron sometidas al análisis de la varianza con un ANOVA doble (4 x 4) y (4 x 2) Para encontrar las diferencias significativas entre las muestras se utilizó el test de Fisher con un nivel de significancia de $\alpha < 0,05$.

Con referencia a los resultados obtenidos, en los ensayos de producción, las dietas con lino, ricas en grasas insaturadas, mostraron mayor eficiencia productiva en algunos ensayos y menor en otros, por los que los resultados no son concluyentes. El rendimiento de la carcasa fue similar para las diferentes dietas, resultado independiente del agregado de semilla de lino y vitamina E, aunque en los pollos alimentados con las dietas suplementadas se encontró menor proporción de grasa

abdominal. El contenido total de grasa del tejido muscular no presentó diferencias significativas entre las dietas.

Con relación al contenido de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI ω 3) en las presas, las diferencias significativas entre carne de pechuga y pata-muslo se encontraron con las dietas suplementadas con lino, resultando mayor en la pechuga. En todos los ensayos no se detectaron ácidos grasos con más de 24 átomos de carbono. Cuando el nivel de insaturación de la dietas aumentó se incrementó el nivel de AGPI ω 3 en el tejido muscular del pollo, particularmente el ácido linolénico. En el segundo año de ensayos los valores medios en la carne de pollo fresco aumentaron de 1,94 % en la dieta testigo a 5,52 % en la dieta con 4 % de lino y a 8,19 y 10,8 % en las dietas con 8 % de lino y 8 % de lino + vitamina E, respectivamente. El incremento de los ácidos grasos ω 3 fue acompañado por un leve aumento de la familia ω 6 y una disminución proporcional de los ácidos grasos saturados y monoinsaturados.

La conservación de la carne en frío, ya sea refrigerada o congelada, no afectó la cantidad y composición de los AGPI ω 3. No se encontraron diferencias significativas en la misma dieta para cada tratamiento realizado. La cocción sin embargo, disminuyó el nivel de AGPI ω 3 en la dieta con lino al 8 %.

La mejor relación ω 6/ ω 3 que se obtuvo, teniendo en cuenta las recomendaciones para el consumo en humanos que varía en un rango entre 2:1 a 6:1, fue la proveniente de las dietas con mayor porcentaje de lino.

En el tercer año de ensayos, se observó que la contribución porcentual de los AGPI ω 3 fue más elevada en las carcasas de los pollos alimentados con las dietas suplementadas con 200 mg de vitamina E / kg, en las que se registró un porcentaje más elevado de AGPI ω 3 (9,93 %) versus la dieta suplementada con 400 mg (7,51 %). Con respecto a la estabilidad oxidativa de la carne, la proveniente de pollos alimentados con dietas ricas en AGPI, sin el suplemento de vitamina E, registró los

valores más elevados de TBARS. En ambos productos, fresca y refrigerada, la dieta con 400 mg de vitamina E / kg presentó diferencias significativas con el resto de las dietas mostrando un menor deterioro de los AGPI.

Con respecto al análisis sensorial, el agregado de hasta 4 % de semilla de lino a la dieta no afectó las características sensoriales, sabor y textura, de la carne de pollo cocida. En algunos casos, la carne proveniente de los pollos alimentados con las dietas enriquecidas con lino resultó la más aceptada con respecto a la de las dietas sin lino por resultar más tierna y con característico sabor a pollo. La suplementación con vitamina E desmejoró las características sensoriales evaluadas, sabor y textura, especialmente a las mayores concentraciones.

Del análisis de los resultados obtenidos se puede concluir que es posible mejorar la calidad nutricional y el contenido de los ácidos poliinsaturados omega-3 en la carne de pollo con el agregado de semilla de lino a la dieta y que su incremento, en especial del ácido α -linolénico, es directamente proporcional al incremento de AGPI ω 3 en la dieta. Los tratamientos con frío no afectaron significativamente el contenido de los AGPI ω 3 y la suplementación con vitamina E aumentó la estabilidad oxidativa de la carne fresca y refrigerada. Con respecto a la calidad sensorial, la carne proveniente de las dietas con lino resultó superior a la de las dietas con lino suplementadas con vitamina E.

ABSTRACT

The polyunsaturated omega-3 fatty acids have acquired special importance due to their beneficial effects for human and animal health. Enriched meat of chicken is considered a good alternative for the consumption of polyunsaturated omega-3 fatty acids. The use of some vegetal raw materials in the feed, such as seed and oil of linen or canola, can increase the content of polyunsaturated omega-3 fatty acids in the meat in the α -linolenic acid form. One of the main problems of the chicken meat enriched with fatty acids omega-3 is the facility of oxidation of the polyunsaturated fatty acids in the tissues, as resulting from its double connections, producing peroxides and aldehydes, responsible for a deficient flavor, oxidation of tissues and reduction of the storage quality. The supplementation with vitamin E in the diet of the chicken broilers fed with seeds or oil of vegetal origin favors the stability to the oxidation of unsaturated fatty acids.

The objective of this thesis work was to study the effect of the linseed added to the diet on the quality and content of polyunsaturated fatty acids in the meat of chicken fresh, refrigerated, stored and cooked, and to evaluate the oxidative stability of the meat of chicken with the rich linen diets by the addition of different amounts of vitamin E.

The raising tests were carried out during three years. The diet was elaborated with raw materials of vegetal origin: corn and flour of soybean, complemented with flour of meat, ash of bone and vitamin nucleus. In the first two tests chicken broilers were fed with this diet and the aggregate of 4 or 8 % of linseed, and 8 % of linseed plus 200 mg of vitamin E / kg, respectively. According to the results obtained in both previous years, the experimental diet of de last test was added with 8 % of linseed and supplemented with 200 and 400 mg of vitamin E / kg. After 51 days of feeding, a

representative sample of the animals by diet was sacrificed, the carcass was weighed, and the average value was compared to the live weight, for each treatment.

With the intention of evaluating the quality and composition of fatty acids in the muscular tissue of fresh, refrigerated by one week and frozen chicken, a representative sample was taken from each lot. Three 200 g samples were prepared, individually packaged and labeled, and immediately refrigerated to 5 °C or stored to - 20 °C. The extraction of lipids was made by adaptation of the method of Folch and the methylation by the method of Morrison and Smith. The identification and quantification of fatty acids were made by gaseous chromatography. In order to measure the oxidative stability of the fresh and cooled meat during five days, the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method was used.

In order to evaluate the organoleptic quality of the cooked meat, hedonics tests were carried out the three years, with untrained judges. The triangular test was used to find the statistically different sample. With these samples acceptability tests were made, using a hedonic scale and the Student test. The fatty acid composition of the different diets in fresh, refrigerated, frozen and cooked chicken meat, and the determinations of TBAR were put under the analysis of the variance with a double ANOVA (4 x 4) and (4 x 2). To find the significant differences between the samples, the test of Fisher with a level of significance of a $\alpha < 0, 05$ was used.

In reference to the obtained results in the production tests, the diets with linolenic acid, rich in unsaturated fats, showed a higher productive efficiency in some tests and lower in others, by which the results are not conclusive. The yield of the carcass was similar for the different diets, independently of the aggregate of linolenic acid and vitamin E, although proportion of abdominal fat was lower in the chickens fed with the supplemented diets. The total fat content of the muscular tissue did not present significant differences between the diets.

In relation to the content of polyunsaturated fatty acids omega -3 (PUFA $\omega 3$), the significant differences between meat of breast and leg-thigh were found with the diets

supplemented with linen, being greater in breast. In all tests fatty acids with more than 22 carbon atoms were not detected. The content level PUFA ω 3 in the muscular tissues of the chicken, particularly the linolenic acid, increased with the level of unsaturation of the diets. The average values in the meat of fresh chicken in the second year test increased from 1.94 % with the basic diet to 5.52 % in the diet with 4 % of linen and 8.19 and 10.8 % in the diets with 8 % of linen and 8 % of linen + vitamin E, respectively. The increasing of fatty acid omega-3 was accompanied by a slight increase of the omega-6 family, and a proportional diminution of saturated and monounsaturated fatty acids.

The conservation of the meat in refrigerated and/or frozen conditions, did not affect the amount and composition of the PUFA ω 3. No significant differences in the same diet for each treatment were observed. Nevertheless, cooking diminished the PUFA ω 3 level in the diet with linen to 8 %.

The best ω 6/ ω 3 relation, considering the recommendations for the consumption in humans that varies in the rank between 2:1 and 6:1, was obtained in the diets with greater percentage of linen.

In the third year test, it was observed that the percentage contribution of the PUFA ω 3 was more elevated in the carcass of the chicken fed with the diet supplemented with 200 mg of vitamin E / kg (9.93 %) as compared to that supplemented with 400 mg (7.51 %). The meat of chickens fed with diets rich in PUFA, without vitamin E supplementation, registered the highest values of TBARS, showing a lower oxidative stability. In both fresh and refrigerated products, the diet with 400 mg of vitamin E / kg presented significant differences with the rest of the diets, showing a smaller deterioration of the PUFA.

With respect to the sensorial analysis, the aggregate of up to 4 % of flaxseed to the diet did not affect the sensorial characteristics, flavor and texture, of the cooked chicken meat. In some cases, the meat of chickens fed with linen turned out most accepted with respect to the one from the diets without linen, being tenderer and with a

characteristic flavor to chicken. The supplementation with vitamin E got worse the evaluated sensorial characteristic flavor and texture, especially to the greater concentrations.

From the analysis of the obtained results it can be concluded that it is possible to improve the nutritional quality and the content of polyunsaturated acids omega-3 in the chicken meat by adding linseed to the diet, and that this increase, especially in linolenic acid, is directly proportional to the increase of PUFA ω 3 in the diet. The cold treatments did not affect significantly the content of PUFA ω 3, and the supplementation with vitamin E increases the oxidative stability of fresh and refrigerated meat. The sensorial quality of chicken meat obtained from the diets with linen was superior to those from the diets supplemented with vitamin E.