

**SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA.
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINI
EN EL ESTADO DE CAMPECHE**

**“Evaluación del perfil de ácidos grasos y actividad
antioxidante en huevo de traspatio en comunidades de
Campeche”**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:
RUDY MECLHOR COLLI COLLI**

**DIRECTOR:
DR. RODRIGO PORTILLO SALGADO**

**CO-DIRECTOR
DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI**

Calkiní, Campeche, México

2025

**SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA.
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINI
EN EL ESTADO DE CAMPECHE**

**“Evaluación del perfil de ácidos grasos y actividad
antioxidante en huevo de traspatio en comunidades de
campeche”**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:
RUDY MECLHOR COLLI COLLI**

**DIRECTOR:
DR. RODRIGO PORTILLO SALGADO
CO-DIRECTOR
DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI**

Calkiní, Campeche, México

2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



INSTITUTO TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche **458/8**
P/06/25/782

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. RUDY MELCHOR COLLI COLLI 7322
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DR. RODRIGO PORTILLO SALGADO, y el co-director DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"EVALUACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN HUEVO DE TRASPATIO EN COMUNIDADES DE CAMPECHE"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
"DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES"
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecnm.mx | itescam.edu.mx



RESUMEN.

Ubicación: El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el estado de Campeche. Las muestras se recolectaron en diferentes comunidades de Campeche (Villa Madero y Kesté) y Yucatán (Maxcanú).

Metodología: La evaluación consistió en determinar el perfil de ácidos grasos y actividad antioxidante. Inicialmente los materiales a usar para la evaluación del huevo es lo siguiente: determinación de ácidos grasos analizado en un cromatógrafo de gases y actividad antioxidante analizado en un espectro UV-Vis haciendo uso de los ensayos DPPH y ABTs.

Resultados: Los resultados sobre la actividad antioxidante evaluada por el método de DPPH mostraron que, para la medición al minuto 0, la muestra de huevos provenientes de la localidad de Villa Madero presentó mayor ($P < 0.05$) porcentaje de inhibición ($20.50 \pm 1.55\%$) en comparación con el resto de las muestras de huevo. Sin embargo, en la medición al minuto 30 no se observaron diferencias en cuanto al porcentaje de inhibición entre las cuatro muestras de huevo evaluadas en el estudio. Para los resultados de perfil de ácidos grasos tuvimos dos similitudes entre dos poblaciones de Kesté y el huevo comercial sin embargo el huevo de Kesté presentó un mayor índice de ácidos grasos poliinsaturados. El ácido graso identificado en mayor proporción fue el ácido-*cis*.11-Eicosenoico (C20:1n9) con un 20.34% presentado en la yema de huevo de Kesté. Un ácido graso importante fue el ácido linoleico que fue identificado en todas las poblaciones, aunque en concentraciones bajas de 1.54% en la cual la población de Kesté fue la que poseía dicho porcentaje. Asimismo, se observó la presencia de ácido γ -Linolénico (C18:3n6) en todas las muestras y de nueva cuenta sobresale Kesté con un porcentaje de 4.77% de concentración de dicho ácido graso.

DEDICATORIA.

A mis padres quienes han sido unas personas que me apoyan y los quiero mucho.

A mis abuelitos y mi abuelita que esta está en el cielo.

Y al amor de mi vida, quien me ha brindado una gran ayuda y motivación a perseguir mis sueños.

AGRADECIMIENTOS.

Es demasiado lo que tengo que agradecer, pero principalmente al Creador Dios todopoderoso por brindarme salud para poder llevar a cabo mi trabajo y así dar un paso más en mi vida y culminar con mis estudios.

Le doy gracias a mi familia, mi distinguida mamita Leydy, a mi padre Wilbert que son aquellas que me han brindado un apoyo incondicional y buscan la manera de seguir adelante. A mis honorables abuelitos Idelfa y Fernando y por su puesto a mi abuelo Cesar y mi abuelita Fabi que está en el cielo observando todo desde ahí. Gracias por sus consejos y acompañarme y ayudarme en mi día a día para ser una mejor persona.

Quiero agradecer infinitamente a mi actual pareja Dulce Mayren, que a lo largo de este tiempo me ha brindado su cariño y apoyo incondicional a pesar de las adversidades, dificultades, problemas que se nos presenten, también por el tiempo de calidad, acompañándome en el transcurso de mis estudios, apoyándonos mutuamente, alentándonos y motivándonos a seguir adelante.

También agradezco a la familia de mi pareja, su papa Silverio, su mama Rosy personas de gran corazón que han sido un ejemplo para seguir y una gran admiración como segundos padres, al igual que sus hermanos Manuel y Jhovany que me ha apoyado en el proceso.

A mis asesores de Tesis el Dr. Rodrigo Portillo Salgado y el Dr. Yasser Alejandro Chim Chi quienes han sido guía de este proceso.

A todos los profesores que tuve durante mis estudios. Mil gracias.

A mi universidad el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche, por permitirme desarrollar este trabajo dentro de sus instalaciones.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE TABLAS.....	XIII
1.-INTRODUCCIÓN.....	14
2.- MARCO TEÓRICO	16
2.1 Situación actual de la producción de huevo.....	16
2.1.1 Contexto mundial.....	16
2.1.2 Contexto nacional	17
2.1.3 Contexto regional o local	19
2.2 Situación actual del consumo de huevo.....	19
2.2.1 Contexto mundial.....	19
2.2.2 Contexto nacional	20
2.2.3. Contexto regional o local	22
2.3 Cadena de comercialización del huevo a nivel nacional.....	22
2.4 Clasificación de los sistemas de producción de huevo en México.....	24
2.4.1 Intensivo o tecnificado	24
2.4.2 Semi-Intensivo.....	25
2.4.3 Extensivo o a nivel de traspatio	27
2.5 Definición de huevo de gallina	29
2.6 Tipos huevo de gallina	29

2.6.1 Huevos de gallinas de corral	29
2.6.1 huevos de gallina libres de corral	29
2.7 Estructura del huevo	29
2.7.1 Cascara	29
2.7.1 Clara o albumen	30
2.7.1 Yema o vitelo	30
2.8 Valores nutricionales del huevo.	30
2.9 Evaluación química de la yema de huevo.....	31
2.9.1 Ácidos Grasos	31
2.9.1.1 Contenido de ácidos grasos en la yema	32
2.9.2 Capacidad antioxidante	34
2.9.1.1 Contenido de antioxidantes en la yema	35
4.- JUSTIFICACIÓN.....	36
5.- ALCANCES Y LIMITACIONES.	37
6.- OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.....	37
7.- MATERIALES Y METODOS.....	38
7.1 Tipo de investigación	38
7.2 Ubicación de estudio.....	38
7.3 Recolección de los huevos de traspatio.....	39
7.4 Población y muestra	39
7.4.1 Población	39
7.4.2 Muestra.....	41
7.5. Conservación.....	41
7.6 metodología	41
8.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48

8.1 Actividad antioxidante	48
8.2 Perfil de ácidos grasos.....	51
10.- CONCLUSIONES	60
11.- RECOMENDACIONES.....	62
12.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

ÍNDICE FIGURAS.

FIGURA 1:Incremento de la producción de huevo a nivel mundial en el periodo de tiempo 2000-2018	16
FIGURA 2:Proyección de producción de huevo en México	17
FIGURA 3:Cantidad producida de huevo por estado en México 2017-2020.....	18
FIGURA 4:producción por entidad federativa en la producción acumulada de huevo para plato	18
FIGURA 5:Consumo per cápita de huevo mundial, 2010-2019	19
FIGURA 6:Consumo per cápita de huevo de los principales países productores 2018	20
FIGURA 7:Consumo nacional aparente de huevo en México 2002-2020.....	21
FIGURA 8:Consumo per cápita de huevo en México.....	21
FIGURA 9:Aporte nutricional por huevo (50 g).....	22
FIGURA 10:Comercialización de huevo de plato en México.....	23
FIGURA 11:Márgenes de comercialización del huevo	23
FIGURA 12:Sistema intensivo de gallinas ponedoras.....	24
FIGURA 13:Sistema semi intensivo de aves.....	26
FIGURA 14:Sistema extensivo de gallinas	28
FIGURA 15:Clasificación de los AG	32
FIGURA 16:Mapa extraído de Google maps de la localización del ITESCAM.....	38
FIGURA 17:Mapa extraído de Google Earth de la ubicación de las localidades de Villa Madero, Maxcanú y Kesté.....	39
FIGURA 18:Gallinas de traspatio de la localidad de Villa Madero, Campeche.	40
FIGURA 19:Huevos de gallina de traspatio obtenidos de Kesté.	40
FIGURA 20:uevos de gallina de traspatio obtenidos de Maxcanú.	40
FIGURA 21:Liofilización de la muestra de huevo de gallina de traspatio y huevo comercial.....	42
FIGURA 22:Equipo Espectrofotómetro UV-vis.....	43
FIGURA 23:Muestras de grasa de yema de huevo de las poblaciones	44
FIGURA 24: Muestras de grasa de yema de huevo añadida una solución salina para su separación de fases.	45

FIGURA 25:Observación de la separación de fases de una muestra de grasa de yema de huevo de una población.	45
FIGURA 26:Observación de la separación de fases de una muestra de la población de Maxcanú	46
FIGURA 27:Muestras de yema con las fases extraídas.....	46
FIGURA 28:Observación de la separación de fases de una muestra de la población comercial	46
FIGURA 29:Equipo Cromatógrafo de gases.	47
FIGURA 30:Evaluación del cromatograma de la muestra comercial inyectada ...	47
FIGURA 31:Evaluación de la muestra de Maxcanú inyectada.....	47
FIGURA 32:Diagrama de caja del porcentaje de inhibición de DPPH para las poblaciones de huevo a 0 minutos.....	49
FIGURA 33:Diagrama de caja del porcentaje de inhibición de DPPH para las poblaciones de huevo a 30 minutos.....	50
FIGURA 34:Cromatograma de perfil de ácidos grasos estándar.	52
FIGURA 35:Cromatograma de perfil de ácidos grasos comercial	53
FIGURA 36:Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Kesté.	54
FIGURA 37:Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Maxcanú	55
FIGURA 38:Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Villamadero.	56
FIGURA 39:Grafica de la composición de ácidos grasos, saturados, monoinsaturados e insaturados en yema de huevo comercial y poblaciones de Kesté, Maxcanú y Villa Madero.....	59

ÍNDICE TABLAS.

<i>Tabla 1: Composición química del huevo de gallina</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2: Valores de tipos de ácidos grasos presentes en el huevo.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3: Medias $\pm$ desviación estándar del porcentaje de inhibición de DPPH evaluado en los minutos 0 30 en muestras de yema de huevo de gallina de traspatio provenientes de diferentes localidades de Campeche y Yucatán.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4: Composición de ácidos grasos de la yema de huevo comercial y de huevo de traspatio de las comunidades de Kesté, Maxcanú y Villa Madero.</i>	<i>57</i>

1.-INTRODUCCIÓN.

En México, el huevo de gallina se utiliza ampliamente en la elaboración de platillos típicos regionales, con la finalidad de aprovechar su alto contenidos de nutrientes esenciales que posee (Rodríguez, 2016). Particularmente, en la Península de Yucatán existe empresas como la de Bachoco las cuales rigen un abastecimiento de la producción de huevo para poder comercializarlas en esta misma zona y parte del centro de México (Moreno, 2024).

En la actualidad la producción de huevo de gallina se lleva a cabo bajo diferentes sistemas de alojamiento las cuales hablamos del sistema de intensivo, semi intensivo y extensivo. (Hammeishoj, 2011). Cuellar-Sáenz (2021) nos habla de las ventajas y desventajas de manejar un sistema de alojamiento intensivo que principalmente la inversión económica es a una escala mayor, sin embargo, este mismo tiene la posibilidad de generar una producción diaria y anual muy elevada. En Campeche, la mayoría de las familias tiene una práctica de crianza de aves en el sistema extensivo por ser la más aceptable y accesible para los productores.

El huevo es un alimento de origen animal con grandes propiedades nutricionales y culinarias. Así mismo tiene una variedad de componentes bioactivos las cuales intervienen en la prevención de enfermedades crónicas e infecciosas Gil y Barroeta, 2016). Según Gonzales & Cuadrado & Ortega (2018) menciona que las enfermedades crónicas que se previenen al consumir huevo son la degeneración macular asociada a la edad, las cataratas, enfermedades cardiovasculares, la hipertensión o el síndrome metabólico.

El huevo tiene contenido de ácidos, algunos de los que podemos mencionar son los ácidos grasos como omegas (Oleico, Linoleico y Linolénico) que tienen efectos anticancerígenos y antiinflamatorios (Glick y Fischer, 2013. Miranda (2015) señala que el huevo contiene colesterol con cantidad de entre 200 – 300 mg por 100g, que esto ha ocasionado que el huevo disminuya su consumo. El contenido de ácidos grasos se ve afectado según la genética de las aves (Stadelman y Practt, 1989). La composición de ácidos grasos de la yema tiene una dependencia de la alimentación

del ave; es decir, de la fuente de lípidos de la dieta (Oliverira, 2010). De igual forma ha habido investigaciones que demuestran que la cantidad y tipo de grasa, así como el contenido de ácido Linolénico tiene una influencia en el peso del huevo (Grobass, 1999).

La capacidad antioxidante es la capacidad potencial de un alimento para retrasar la oxidación de algún compuesto y dependiendo de su naturaleza y concentración de antioxidantes presentes en él. Los antioxidantes tienen un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas no transmitibles debido a que su función es inhibir la producción y acción de radicales libres (López y Lazarova, 2012). Entre algunos de los antioxidantes que podemos mencionar son la vitamina A, Vitamina E, Vitamina C, carotenoides, selenio y flavonoides (Rodríguez, 2016).

Así mismo, podemos mencionar que en el contexto nacional y regional no existe alguna investigación en relación con la calidad de huevo de traspatio, por lo cual para este análisis se determinará el perfil de ácidos grasos y la actividad antioxidante en los huevos de traspatio de diferentes comunidades de Campeche. Por tal razón hacer una comparativa entre los huevos del sistema intensivo con el extensivo, evaluando las variables químicas, y si existe alguna diferencia entre la muestra de los lugares y las muestras control (comercial). Los estudios se realizarán en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. Los análisis por realizar consistirán en la evaluación del perfil de ácidos grasos usando la técnica de cromatografía de gases y para la determinación de antioxidantes se utilizará el espectro UV- Vis empleando el ensayo de DPPH.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 Situación actual de la producción de huevo

2.1.1 Contexto mundial

Según la Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y Agricultura (FAO) declara que entre el período del 2000 al 2018 existe un incremento en la producción anual de huevo de gallina. En el 2000 se dio una producción neta de 51.1 millones de toneladas de huevo de gallina, así mismo en el 2018 se produjo 76.7 millones de toneladas de huevo. Entre el año 2008 al 2018 se dio un incremento del 24% de producción.

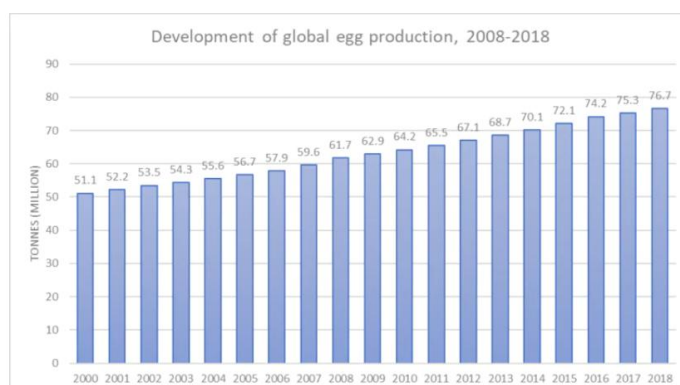


FIGURA 1: Incremento de la producción de huevo a nivel mundial en el periodo de tiempo 2000-2018

Analizando las estadísticas de producción de los 10 principales países productores de huevo, se obtiene que en el año de 2018 China está en la primera posición con un total de 466 mil millones de huevos que es el equivalente de 34% de la producción mundial. Respecto a la producción de China, los países en posiciones inferiores se encuentra la Unión Europea, los Estados Unidos, y la India efectuando una producción superior a los 90 mil millones de huevos cada país. Asimismo, estas cuatro naciones son las que le dan el sustento del 60% de la producción mundial de huevos de gallina. A la posición de producción de la India, le siguen los países restantes en los cuales se encuentran México, Brasil, Federación Rusa, Japón, Indonesia y Turquía con una totalidad de producción inferior a 60 mil millones de huevos. (IEC, 2019)

2.1.2 Contexto nacional

La producción de huevo para plato en México ha tenido un crecimiento constante, este incremento en la producción de huevo se debe a diversos factores como la demanda y mejora tecnología: en la selección de genética, nutrición y sanidad en las gallinas de postura. Debido a estos factores la producción de huevo por gallina ha tenido un incremento significativo al pasar de 9.14 kg de huevo en 1980 a 13.15 kg de huevo en 2013. Estudios sobre la proyección de la producción de huevo en México han demostrado que para el año 2030 la producción crecerá un poco más del doble (180 %) en comparación del año 2015 (Mendoza, 2016).

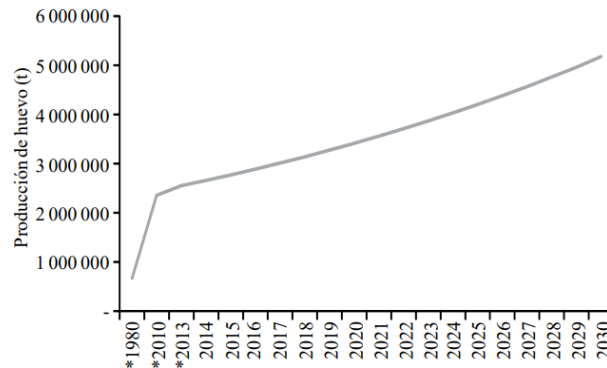


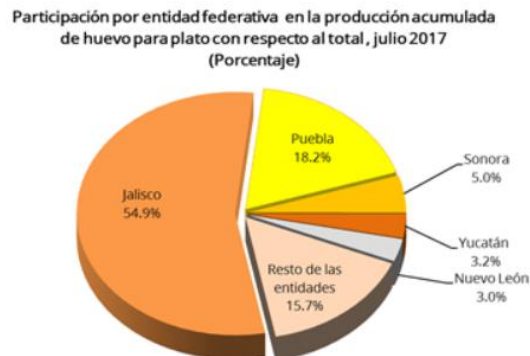
FIGURA 2:Proyección de producción de huevo en México

Cuadro 8. Cantidad producida de huevo por estados en México, 2017-2020.

Estado	2017	2018	2019	2020
Jalisco	1,503,292.62	1,548,893.11	1,609,445.35	1,631,703.34
Puebla	501,254.25	490,535.32	483,378.55	480,149.66
Sonora	135,516.52	141,263.57	144,244.51	155,148.86
San Luis Potosí	39,833.34	90,826.61	105,268.36	115,493.32
Yucatán	87,065.13	89,079.54	93,803.23	100,623.20
Nuevo León	85,015.82	86,898.84	87,064.21	86,623.39
Guanajuato	78,263.81	79,059.27	72,150.16	71,157.21
Durango	65,517.62	63,008.08	65,854.65	68,176.57
Sinaloa	62,686.96	64,589.97	64,489.80	67,132.84
Coahuila	43,134.43	45,190.66	49,041.28	56,722.96
Baja California	24,427.27	24,754.25	27,211.03	30,351.22
Nayarit	18,430.36	23,017.84	22,188.84	24,006.97
Querétaro	20,665.36	17,757.39	17,647.17	19,589.00
Michoacán	18,717.44	18,860.51	18,990.04	19,178.89
Veracruz	15,773.47	15,387.37	15,852.12	15,952.75
México	15,386.99	15,984.17	15,786.27	15,253.61
Guerrero	9,046.14	9,110.00	9,216.00	9,120.95
Aguascalientes	7,195.63	6,961.67	7,187.47	7,907.24
Oaxaca	6,462.85	6,582.97	6,691.08	6,643.56
Hidalgo	6,757.59	6,651.85	6,548.21	6,489.24
Chihuahua	5,125.85	5,420.15	5,716.62	6,243.13
Zacatecas	5,351.53	5,553.29	5,348.17	5,337.27
Chiapas	4,892.17	4,964.75	5,023.43	5,005.13
Campeche	4,391.49	4,704.43	4,805.59	4,812.82
Tlaxcala	1,918.22	1,839.18	1,816.33	1,773.52
Tabasco	1,260.47	1,261.38	1,295.30	1,309.92
Colima	1,239.06	1,146.99	1,174.35	1,267.54
Baja California Sur	603.36	608.41	607.91	809.99
Morelos	608.7	668.75	690.19	713.28
Tamaulipas	709.93	692	663.19	685.54
Quintana Roo	491.08	502.11	495.64	493.03
Ciudad de México	160.89	143.91	87.15	84.23

FIGURA 3:Cantidad producida de huevo por estado en México 2017-2020

El estado con mayor producción de huevo para plato de mesa en el año 2017 fue Jalisco con 54.9 % del total nacional de producción, seguido por el estado de Puebla, Yucatán y Nuevo León. (PROFECO 2017).

**FIGURA 4:**producción por entidad federativa en la producción acumulada de huevo para plato

2.1.3 Contexto regional o local

Centrándonos en el estado de Yucatán, zona cercana a Campeche, en 2019 se realizó un análisis de la producción de huevo en esta zona, lo cual se delimitó principalmente que el estado de Yucatán cuenta con industrias-granjas dedicadas a la producción y distribución de huevo de gallina, algunas de ellas son Crio, Huevo de granja Nidia Mireya, Bachoco, Granjas Avícolas Pérez Vera entre otras ubicadas en los municipios de Mérida, Umán, Hunucmá, Samahil. En el estado de Yucatán se delimita una producción de 87 mil 65 toneladas de huevo anualmente (esta producción representa el 5% de la aportación nacional) mismas que serán distribuidas en los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas y una parte a la ciudad de México. (Euan, 2019)

2.2 Situación actual del consumo de huevo

2.2.1 Contexto mundial

El huevo de gallina es un alimento de gran valor nutricional, de fácil accesibilidad, y económico, debido a ello es un alimento con mayor consumo a nivel mundial. Igualmente influye otros factores como los hábitos, cultura, religión y socioeconómico. A nivel mundial es huevo es reconocido como uno de los mejores alimentos con mayor aporte nutrimental. Por su contenido de nutrientes esenciales de alto valor biológico (Calle, 2016).

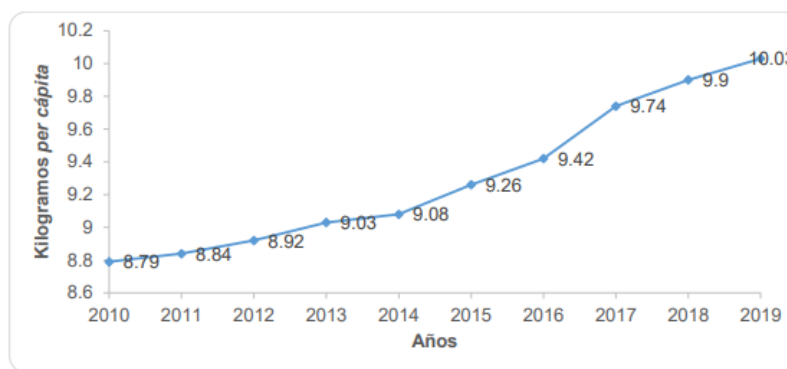


FIGURA 5: Consumo per cápita de huevo mundial, 2010-2019

México en el año 2018 registró un consumo per cápita de 22.98 kilogramos, Indicando que a nivel mundial es el principal consumidor de huevo.

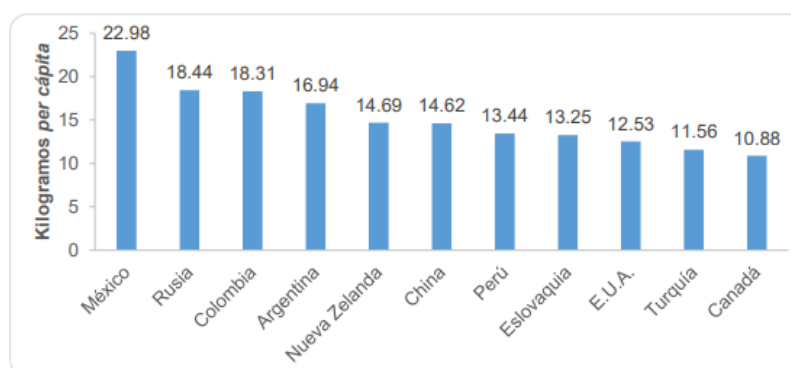


FIGURA 6: Consumo per cápita de huevo de los principales países productores 2018

2.2.2 Contexto nacional

En México la avicultura es una fuente importante económica en la generación de empleos en las zonas rurales. La cría de gallinas ponedoras contribuye al desarrollo de las zonas rurales y a reducir la migración hacia zonas urbanas en busca de empleo. El consumo per cápita de huevo en el año 2023 fue de 24 kilos, demostrando que México ocupa el primer lugar en consumo de huevo a escala mundial, al ser un alimento económico para la mayoría de las familias mexicanas (Meléndez, 2023).

El huevo es un alimento básico en la alimentación mexicana, es utilizada en la elaboración de diversos platillos típicos de nuestro país, además de ser una de las mejores fuentes de proteínas y nutrientes con mejor calidad y biodisponibilidad. La ingesta moderada de huevo proporciona nutrientes esenciales a las personas y no causa riesgo de enfermedades cardiovasculares. México ocupa el primer lugar en el consumo de huevo al ser un alimento relativamente económico las familias mexicanas optan por consumir este alimento (Rodríguez et al., 2016).

En la siguiente tabla se muestra el consumo aparente del año 2001 al 2020, se puede observar un incremento en el consumo de huevo, en el 2020 a nivel nacional se consumió 3, 060,262. 11 toneladas de huevo.

Año	Toneladas*	Año	Toneladas*
2001	1,900,829.00	2011	2,462,978.55
2002	1,910,192.22	2012	2,336,156.74
2003	1,897,698.30	2013	2,586,007.26
2004	2,005,881.87	2014	2,623,581.99
2005	2,031,976.92	2015	2,705,494.05
2006	2,303,720.02	2016	2,783,387.62
2007	2,299,621.57	2017	2,828,101.34
2008	2,342,621.06	2018	2,917,939.44
2009	2,366,985.13	2019	2,994,935.27
2010	2,385,934.42	2020	3,060,262.11

FIGURA 7: Consumo nacional aparente de huevo en México 2002-2020

El consumo de huevo en México en el año 2020 fue de 23.3 kilogramos per cápita. El consumo disminuye en el 2012 en relación con el año 2010 y 2011, debido al decremento de la producción y al aumento del precio al consumidor (SIAP, 2022).

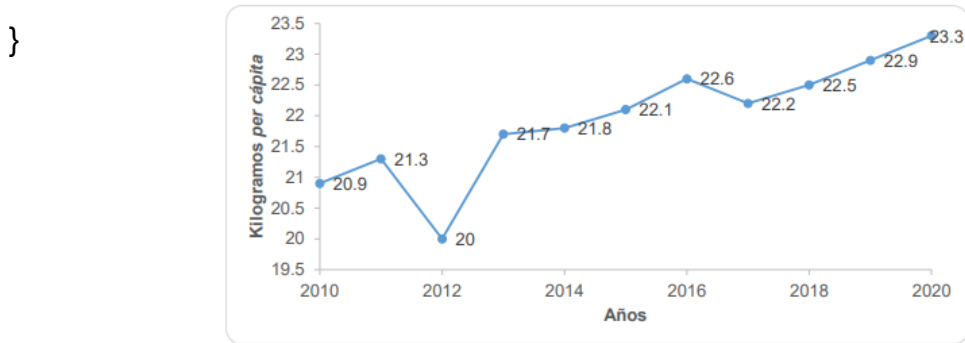


FIGURA 8: Consumo per cápita de huevo en México

Tener una alimentación equilibrada es importante para tener una buena salud y disminuir el riesgo de padecer enfermedades degenerativas; el huevo es uno de los alimentos con mayor aporte de nutrientes indispensable para el buen funcionamiento del cuerpo humano. El ingreso familiar influye de manera directa en el consumo de alimentos de origen animal como carne, lácteos y huevos. Estos alimentos son fuente importante de proteínas de alta calidad y nutrientes esenciales. El huevo actualmente se ha convertido en un alimento básico en la dieta de los

mexicanos, además de ser un producto económicamente accesible para la mayoría de las familias mexicanas (Codony, R. 2002).

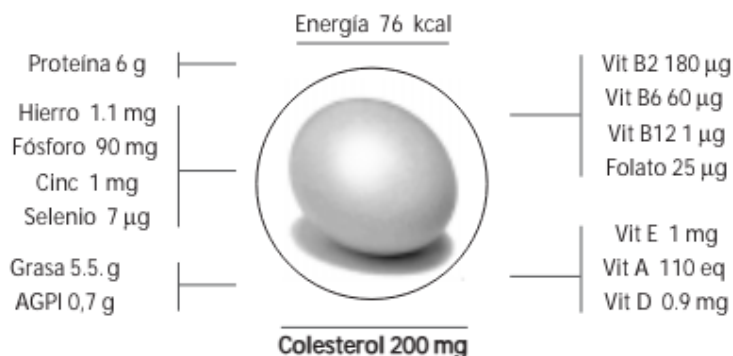


FIGURA 9:Aporte nutricional por huevo (50 g)

2.2.3. Contexto regional o local

Según Chan (2023) declara que en el estado de Yucatán existe un consumo elevado de huevos, los cuales rondan entre los 24 a 25 kilogramos anualmente, dicho consumo es dado por una variedad de guisos y platillos que estos mismos incrementan el consumo.

El presidente de la Asociación de Avicultores del Sureste, Jorge Manuel Puerto Cabrera recalco que Yucatán existe una producción sumamente elevada que abastece la misma entidad federativa y de igual manera la península de Yucatán y algunas partes de del centro del país (Chan, 2023).

El abasto que sobresale de la producción de Mérida Yucatán, un porcentaje del 56% es destinado al consumo de la misma entidad federativa, y el porcentaje restante es enviada a los estados de Campeche, Quintana Roo y Tabasco. (Moreno, 2024).

2.3 Cadena de comercialización del huevo a nivel nacional

La distribución de huevo se lleva a cabo de tres maneras principales: el 79% de la producción a destina a la venta a granel en los mercados y centrales de abasto, el

14% se comercializa en tiendas de autoservicio en recipientes cerrados, y el 7% se utiliza en la elaboración de productos industriales (Monroy, 2023).



FIGURA 10: Comercialización de huevo de plato en México

Entidad productora	Centro de abasto y ciudad monitoreada	Precios (\$/kg)			Margen de comercialización (\$/kg)		
		Productor ^{1/}	Mayoreo ^{2/}	Consumidor ^{3/}	Mayorista	Menudeo	Total
Jalisco	Aguascalientes, Ags.	20.86	25.18	31.87	4.32	6.69	11.01
Sonora	Tijuana, B.C.	24.07	28.73	38.04	4.66	9.31	13.97
Sonora	La Paz, B.C.S.	24.07	28.50	34.79	4.43	6.29	10.72
Yucatán	Campeche, Camp.	23.05	27.85	31.05	4.80	3.20	8.00
Durango	Torreón, Coah.	19.13	26.70	32.31	7.57	5.61	13.18
Durango	Colima, Col.	19.13	28.50	32.18	9.37	3.68	13.05
Jalisco	Chihuahua, Chih.	20.86	28.13	34.18	7.27	6.05	13.32
Jalisco	Distrito Federal	20.86	29.13	33.64	8.27	4.51	12.78
Durango	Durango, Dgo.	19.13	27.50	33.04	8.37	5.54	13.91
Guanajuato	León, Gto.	22.29	25.00	32.69	2.71	7.69	10.40
Puebla	Acapulco, Gro.	20.49	27.75	35.22	7.26	7.47	14.73
Jalisco	Guadalajara, Jal.	20.86	27.88	33.03	7.02	5.15	12.17
Puebla	Toluca, Edo. de Méx.	20.49	29.18	29.68	8.69	0.50	9.19
Jalisco	Morelia, Mich.	20.86	28.00	33.51	7.14	5.51	12.65
Jalisco	Tepic, Nay.	20.86	26.63	31.32	5.77	4.69	10.46
Nuevo León	Monterrey, N.L.	23.55	27.50	33.39	3.95	5.89	9.84
Puebla	Oaxaca, Oax.	20.49	26.65	32.26	6.16	5.61	11.77
Puebla	Puebla, Pue.	20.49	28.88	33.34	8.39	4.46	12.85
Jalisco	Querétaro, Qro.	20.86	28.88	30.71	8.02	1.83	9.85
Yucatán	Chetumal, Q. Roo.	23.05	23.59	31.09	0.54	7.50	8.04
Sonora	San Luis Potosí, S.L.P.	24.07	27.50	33.47	3.43	5.97	9.40
Jalisco	Culiacán, Sin.	20.86	25.13	33.27	4.27	8.14	12.41
Sonora	Hermosillo, Son.	24.07	26.75	32.86	2.68	6.11	8.79
Puebla	Villahermosa, Tab.	20.49	25.79	31.55	5.30	5.76	11.06
Nuevo León	Tampico, Tamps.	23.55	29.75	35.37	6.20	5.62	11.82
Puebla	Veracruz, Ver.	20.49	29.44	35.29	8.95	5.85	14.80
Yucatán	Mérida, Yuc.	23.05	25.75	31.53	2.70	5.78	8.48

FIGURA 11: Márgenes de comercialización del huevo

2.4 Clasificación de los sistemas de producción de huevo en México

2.4.1 Intensivo o tecnificado

Ortiz Salazar (2013) hace señalar que el sistema intensivo o de confinamiento es un modelo de crianza el cual requiere un esfuerzo económico mayor del productor, para poder abastecer de comodidades al ave como lo son el agua, alimento y el mismo alojamiento.

Es un sistema en el cual las aves se alojan en galpones o casa de gallina, las cuales poseen dimensiones aproximadas de 10 metros de ancho x 50 o 100 metros de largo.



FIGURA 12:Sistema intensivo de gallinas ponedoras

Estas mismas casas poseen bebederos y comederos a disposición de las aves las 24 horas del día para que puedan tomar agua y alimentarse. (Salguero,1995)

En el confinamiento, la nutrición de las aves es más enfocada en alimentos concentrados en formulas químicas que estas permiten acelerar la producción de huevo y carne en un porcentaje mayor. (Martínez, 2007)

La principal ventaja del sistema intensivo es un mayor índice de aves por metro cuadrado en el galpón, lo cual induce a su manejo fácil y adecuado, asimismo un incremento en la producción. (Rojas, 1987)

Según Cuéllar Sáenz (2021) establece que un sistema intensivo tiende a tener una inversión elevada y debe ser efectuada por producciones de gran escala por la gran suma económica que dispone este sistema. Una de las ventajas que se puede apreciar en este confinamiento es una proyección elevada de producción de hasta 300 huevos al año por ave. Asimismo, estas aves tienen una mayor velocidad de crecimiento debido al uso de alimentos balanceados. También en este sistema es más adecuado llevar un control sobre las medidas de prevención de enfermedades parasitarias en las aves de la producción. El alojamiento debe ser más cauteloso y eficaz para realizarse una limpieza y desinfección constante, para poder interrumpir los procesos de crecimiento de parásitos. De igual manera tal y como se mencionó que es requerido una inversión para iniciar el proceso de producción, lo que podría tener un costo constante y elevado es el mantenimiento de la misma instalación, a su vez proveer alimentos, agua, luz, ventilación.

2.4.2 Semi-Intensivo

Este sistema consiste en aislar las aves en un espacio de terreno pequeño y cerrado, en donde las aves vagan por el cercado durante el día, y al llegar la noche son encerradas en un gallinero situado en el interior de la cerca. (Salguero, 1995).

Es una forma de cría de aves de mediana escala, de los que se obtienen productos para consumo y venta de este, asimismo los productores tienden ser del género femenino. (Chiriapa, 2023).

Martínez (2017) menciona que este sistema cuenta con dos espacios de comodidad para el ave, una parte que es el área libre y la otra una zona cerrada. Cabe recalcar que la parte cerrada es la que se encarga de darle cobijo a las aves de las lluvias, el sol y para que las mismas gallinas duerman. Estos gallineros cuentan con comederos, bebederos, nidales y percheros.

Ortiz Salazar (2013) establece que el sistema semi intensivo es un desarrollo de corrales de aves los cuales se hace uso de materiales obtenidos de la región como lo son las ramas, madera, guadua, láminas de cartón, láminas de zinc, paja o guano. El cercado no debe estar a una distancia lejana del gallinero, de tal manera que la

cerca no permita la separación de las aves, por lo cual este mismo su construcción es de bajo presupuesto y de igual manera, en el espacio libre del cercado, las aves se nutren con insectos, hierba, así mismo disminuyendo el costo de insumos de alimentos balanceados. Por otra parte, es necesario mencionar que el cercado puede fabricarse con materiales económicos o costos no tan elevados usando materiales como mallas de metal, guaduas, madera entre otros que se obtienen en la región ubicada.



FIGURA 13: Sistema semi intensivo de aves

Algunas de las ventajas que ofrece este sistema es la protección de las aves de los depredadores que pueden acechar a su alrededor. Como se mencionó anteriormente la mujer es la que mantiene una completa vigilancia de la producción del lote de aves, al ser amas de casa se les es más sencillo hacer la recolección de huevos de las gallinas y alimentarlas ya que es un espacio reducido y de fácil manejo. Una de las recomendaciones, es evitar saturar las aves en el espacio reducido, es decir no sobrepoblar el gallinero ya que esto mismo puede causar algún detonante de contaminación en el suelo generando infecciones con las que es complicado lidiar. Podemos mencionar algunas enfermedades que se causan por el incremento de las heces de las aves, en un espacio reducido y donde no es constante la limpieza y desinfección del área, algunas de ellas son la paratifoidea, tifoidea, pulorosis, colibacilosis. Es un gran problema si la acumulación de parásitos es masiva, lo cual tendrá como consecuencia la disminución de la producción y causando la muerte de las aves (Salguero, 1995).

Este sistema ejerce una mejora en la producción, pues hablamos de una disminución de costos, al reducir la energía eléctrica, el suministro de alimentos es de fácil supervisión. Se tiene por objetivo que este modelo de producción puede tener un abasto de entre 100 a 150 huevos al año por ave (Martínez, 2017).

El ave al ver que puede obtener comida en la zona abierta o libre le induce al productor disminuir el alimento comprado, con ellos podemos mencionar que el ave por sí mismo puede satisfacer entre el 15% al 20% de su alimentación con lo que encuentre en esa zona, así mismo el ave le produce satisfacción y un bienestar animal saludable libre de estrés ya que se les da la libertad de pastorear, picotear, tomar el sol e incluso cazar (Angarita & Castrillón, 2020).

2.4.3 Extensivo o a nivel de traspatio

Es mayormente aplicada en las áreas rurales y semiurbanas, en las pequeñas poblaciones pues se rige un mayor índice de este tipo de sistema. La familia es la encargada de llevar a cabo este tipo de producción, pues los esfuerzos son menores en el manejo de tiempo. Además, la misma producción es la que puede usar la familia para consumo o bien para venta y elevar los ingresos. La gallina es la encargada de buscar su propio alimento, sin embargo, el mismo productor es el que ocasionalmente le puede ofrecer a la gallina un puño de granos de maíz, harina de maíz y residuos alimentarios de la misma familia. Este tipo de sistema ofrece un nido para poder incubar sus huevos y un lugar para dormir y descansar (Chiriapa, 2023).

En el sistema de pastoreo o de traspatio las gallinas tienen la libertad de trasladarse a donde ellas decidan. Estas mismas tienen la disponibilidad desde el alimento que ellas decidan hasta en el lugar donde se refugiarán. Las gallinas con este sistema pueden satisfacer entre 40% y 60% de su nutrición, pues pueden tener una variedad de alimentos que encuentran mediante el picoteo y pastoreo. Sus defensas pueden ser más elevadas y con mejor disponibilidad de supervivencia, con bajas probabilidades de enfermarse o infectarse con algún parásito (Angarita & Castrillón, 2020).



FIGURA 14:Sistema extensivo de gallinas

Uno de los problemas que enfrentan los polluelos es que desde el momento que brotan ya deben valerse por sí mismos, cuidarse solos, dando una pequeña intervención de la madre al inicio. Este sistema tiene varias desventajas, principalmente que la producción de huevos es mínima y proporcional a cuantas aves disponga el productor. En algunas ocasiones la gallina suele esconder el sitio donde pone sus huevos y es difícil para el productor encontrar ese sitio así mismo podría quedar ocultos y no sabría nunca el paradero. Otra desventaja es que el ave al estar a la intemperie es más vulnerable a los ataques de sus depredadores. La gallina presenta un peso bajo y son huesudas porque no se aprovecha al máximo la carne sin embargo presenta un sabor ligeramente diferente a una gallina comercial de granja (Ortiz, 2013).

Los costos de inversión son menores por lo cual la mano de obra es mínima, pues las aves andan al aire libre. Sin embargo, deben de tener un cercado o límite del terreno, para evitar que se desplacen más lejos. Este terreno debe ofrecer una zona limpia donde no pueda sufrir algún percance con metales afilados o materiales pesados que lleguen a aplastarla. Este sistema permite el que animal tenga una buena salud, así como un bienestar adecuado teniendo un comportamiento natural (Cuéllar, 2021).

La producción de este tipo de sistema es baja, uno de sus puntos en contra es que la gallina está en constante movimiento por lo que no le da importancia poner

huevos, y está más enfocada en buscar alimento y agua. Su producción general es de entre 60 a 65 unidades de huevo al año por gallina. (Martínez, 2017)

2.5 Definición de huevo de gallina

En el diccionario de la lengua española de la real academia define el huevo como “Cuerpo redondeado, de tamaño y dureza variables, que producen hembras de las aves o de otras especies animales, y que contienen el germen del embrión y las sustancias destinadas a su nutrición durante la incubación”. (Instituto de Estudios del huevo, 2009)

2.6 Tipos huevo de gallina

Básicamente podemos catalogar los huevos como dos grupos; los huevos de gallinas de corral y los huevos de gallinas de traspatio. La diferencia que hay entre ambas es la forma de alimentación que las gallinas tienen. (Miranda, 2010)

2.6.1 Huevos de gallinas de corral

Este tipo de huevos se obtiene de gallinas con una alimentación controlada, las gallinas están todo o la mayor parte del tiempo encerradas en el corral. Los huevos no se fecundan. (Miranda, 2010).

2.6.1 huevos de gallina libres de corral

Este tipo de huevos se da entre las gallinas que tienen la libertad de buscar su alimento y su límite son los de la huerta o terreno, la gallina esta afuera todo el tiempo y por su puesto los huevos pueden ser fecundados. (Miranda, 2010).

2.7 Estructura del huevo

2.7.1 Cascara

La cascara es una capa que cubre por completo el huevo y este cumple una función de retener y evitar el paso a microorganismos, su formación se conforma por fibras entrelazadas que son de propiedades proteicas y de cristales calcita (carbonato de calcio). Existe un intercambio gaseoso entre la parte interior y exterior del huevo,

esto es posible debido a que el cascaron contiene pequeños poros que forman aberturas diminutas entre los cristales minerales. (Instituto de Estudios del huevo, 2009).

2.7.1 Clara o albumen

La clara o albumina es un fluido acuoso que es de color blanquecino u opaco, que a su vez contiene una variedad de capas con una viscosidad diferente. Lo que contiene el albumen es básicamente agua en un 88% y de proteínas en un aproximando de 12%. Un dato más relevante es que la clara es transparente, aunque en ocasionalmente se puede observar una especie de nube o grumo blanquecino que no se ocasiona ningún problema sin embargo esta característica está asociada a la frescura del huevo. (Chingal,2015).

2.7.1 Yema o vitelo

Esta parte es más notoria pues es la parte central del huevo y presenta una coloración que va desde un amarillo claro al anaranjado. Es una emulsión de grasa en agua. Podemos decir que aquí se encuentra principalmente de lípidos y una parte proteica. En esta parte podemos encontrar algunas de las principales vitaminas, lípidos y minerales que constituyen el huevo por ende es la parte más nutritiva por el alto contenido de componentes alimenticios. (Chingal,2015).

2.8 Valores nutricionales del huevo.

El huevo constituye de varios compuestos el cual principalmente contiene agua en un 65%, proteína con un 12% y con grasa en un 11%. Sin embargo, el contenido en la clara tanto como en la yema son diferentes en algunos aspectos. Cabe mencionar que en la yema se encuentra totalmente la grasa, así mismo podemos decir que en la clara es más rico en proteínas a diferencia de la yema que esta posee vitaminas que son solubles en grasa. (Miranda, 2010).

Tabla 1: Composición química del huevo de gallina

Fracción	% totales	% de agua	% de proteínas	% de grasa	% de cenizas
Huevo entero	100	65.5	11.8	11.0	11.7
Clara	58	88.0	11.0	0.2	0.8
Yema	31	48.0	17.5	32.5	2.0
Cascaron	11	CaCO ₃	MbCo ₃	Ca ₃ PO ₄	Materia orgánica
Porcentajes	11	94.0	1.0	1.0	4

2.9 Evaluación química de la yema de huevo

2.9.1 Ácidos Grasos

Los ácidos grasos son componentes de los cuales el ser humano necesita para su dieta. Estos compuestos son los que están presentes en las grasas y aceites. Los ácidos grasos tienen diferentes funciones dentro de la célula y estos a su vez poseen una estructura apolar. (Gatica, 2011)

Los Ácidos grasos son los lípidos más abundantes, ya que son los principales componentes de los lípidos complejos, son moléculas antipáticas que están formadas por cadenas hidrocarbonadas de longitudes diversas en las que uno de los extremos es un grupo metilo y en el extremo opuesto se encuentra un grupo carboxilo, lo cual le confiere polaridad a la molécula. (Martinez & Torres & Juarez, 2013).

Entre los ácidos grasos podemos definir una serie de clasificaciones, que son dadas respecto a su estructura química, las cuales podemos mencionar que cuando el ácido graso no tiene dobles enlaces se dice que es un AG saturado, pero cuando tiene doble enlace se le conoce como AG insaturado. Para los AG insaturados tiene clasificación la cual si la estructura posee un doble enlace se trata de un AG monoinsaturado, si tiene dos, tres o más dobles enlaces se dice que es un AG poliinsaturado. Esto se representa en la figura 16.

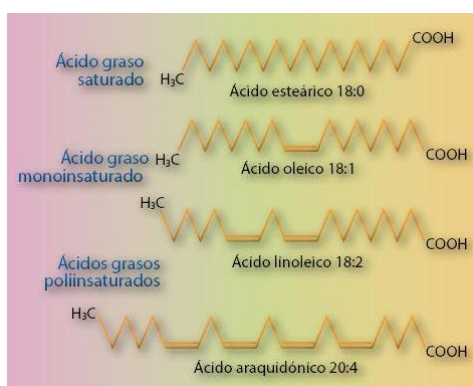


FIGURA 15: Clasificación de los AG

2.9.1.1 Contenido de ácidos grasos en la yema

Según Hernández guzmán (2021) menciona que en los huevos existe una serie de ácidos grasos los cuales algunos de ellos pueden ser de alto beneficio pues son anticancerígenos y un excelente desinflamatorio. Los ácidos grasos que podemos mencionar son los omegas, el oleico, el linoleico y el linolénico.

López & Aránzazu nos hacen saber que el huevo ha sido catalogado por uno de los alimentos que puede causar severas complicaciones de salud a nivel cardiovascular; sin embargo, esto ha sido catalogado de manera errónea pues ya hay evidencias científicas que demuestran que el consumo de huevo genera un impacto en el desequilibrio de colesterol sérico, que al contrario el consumo de esta es más beneficioso en el ámbito cardiovascular. El huevo presenta en la yema el índice de colesterol, lo cual se asocia que un huevo mediano ofrece unos 200 mg de colesterol. Sin embargo, es un contenido de colesterol dietético, mismo que ha

ocasionado una confusión de alimentación y por ende la eliminación de consumo de huevo al llevar a cabo la dieta de las personas para poder controlar sus lípidos.

Tabla 2:Valores de tipos de ácidos grasos presentes en el huevo.

Ácidos grasos		g/100 totales de ácidos grasos
Saturados	Mirístico C14:0	0.3
	Palmítico C16:0	20.8
	Margárico C17:0	0.3
	Esteárico C18:0	7.7
	Alquídico C20:0	0.1
	Behénico C22:0	0.2
	Lignocerico C24:0	0.1
Monoinsaturados	Palmitelaidico C16:1 trans1	0.7
	Palmitico C16:1 cis	2.0
	C17:1	0.4
	Elaidico C18:1 trans	0.3
	Oleico C18:1 Cis n-9	31.3
	Vacénico C18:1 Cis iso	2.2
	Gadoleico o gondoico C20:1 cis	<0.1
	Erucisco C22:1	1.9

	C24:1	0.1
Poliinsaturados	C:18:2 trans	0.1
	Linoleico C18:2 cis n-6	14.3
	Alfa-linolénico C24:3 cis n-3	0.7

2.9.2 Capacidad antioxidante

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. (Gonzales, N., & Cruz, S. (2017).

En el cuerpo ocurre muchas reacciones debido a la interacción con el oxígeno, debido a esto estas reacciones pueden generar radicales libres y así mismo se da una reacción en cadena que puede dañar las células. El trabajo de los antioxidantes es inhibir o terminar con estas reacciones, neutralizando los radicales libres.

Un radical libre es aquella figura química que en su estructura tiene uno o más electrones no apareados. (Coronado, 2015). Los radicales libres suelen formarse y obtenerse a través de la dieta humana, y estos suelen liberarse en su metabolismo, sin embargo, existen otros factores externos que propicia a su dicha formación como lo es la contaminación ambiental (atmósfera, acuático, suelo), o también por las radiaciones (ultravioleta, gama, hertziana), al igual que el consumo de sustancias nocivas (bebidas alcohólicas, drogas, tabaco). (Coronado 2015)

Estudios afirman que llevar una dieta adecuada con contenido de antioxidantes, ayuda a reducir el estrés oxidativo. Podemos mencionar que el someter el cuerpo a un ejercicio excesivo y practicar el sobreentrenamiento puede causar un estrés oxidativo. Cabe recalcar que la producción de ácido láctico durante el ejercicio puede convertir el superóxido (radical poco dañino) a un hidroxilo (radical altamente lesivo para la célula).

2.9.1.1 Contenido de antioxidantes en la yema

Mediante procesos de cocción nos afirma que el huevo pierde antioxidantes por la misma reacción con el ambiente en el que se presenta. Para ello dada la investigación, se aplicó como fuente de alimentación el maíz y el trigo por lo cual este mismo se encontró un contenido fenólico de 3.83 y 3.49 micro moles equivalentes de ácido gálico/g de yema seca. Como punto observante se determinó que el triptófano y la tirosina son los que le otorgan una propiedad antioxidante al huevo, por ellos en la investigación se recalcó que se encontró ácido ferúlico en trazas y no se encontró otros compuestos fenólicos.

3.- ANTECEDENTES

3.1 Ácidos grasos

Betancourt & Díaz (2009) realizaron una determinación de ácidos grasos en huevos de ave de postura de la línea "ISA Brown", la cual se le implemento una dieta mediante la suplementación de semilla de lino. Para los AG saturados los resultados mostraron que la inclusión de semilla de lino reduce el porcentaje de ácido palmítico. Entre los ácidos grasos monoinsaturados (MUFAs), el ácido oleico (C18:1) presento un alto porcentaje del 43% destacando entre todos. En el caso de los AG poliinsaturados n-6 (PUFAs n-6) el porcentaje de ácido linoleico (C18:2, n-6) tuvo una reducción conforme se incluyó la semilla de lino en la dieta, lo cual fue de 14.4%. Para los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFAs n-3), en el caso del ácido α -linolénico tuvo un incremento conforme se incluyó la semilla de lino, lo cual fue del 10.3%.

Tavaniello & Banaszak & Wlzlak realizaron una comparación del perfil de ácidos grasos en gallinas de edad tardía alojadas en jaula y sistema de corral. El contenido de colesterol encontrado fue de 9.7 mg/g de yema. Para las gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic oscila entre 8.43 y 8.96 mg/g. El AG más alto fue el ácido oleico con un porcentaje entre 39.64% y 45.60%.

3.2 Antioxidantes

Nimalaratne & schieber demostraron los efectos de almacenamiento y cocción sobre la capacidad antioxidante de los huevos de gallina ponedora. La capacidad de eliminación de radicales libres de oxígeno (ORAC) fue alta en huevos enriquecidos con n-3/luteína (161.6 $\mu\text{mol Te/g}$ de muestra) mientras que en los huevos de Leghorns blancos (HW) mostraron un nivel bajo (127.6 $\mu\text{mol Te/g}$ de muestra). Seis semanas de almacenamiento y en refrigeración no hubo diferencia significativa en los valores de ORAC, así como los contenidos de aminoácidos libres, carotenoides y malondialdehído (MDA) en la yema de huevo. Sin embargo hervir y freír el huevo redujo significativamente el valor de ORAC y los contenidos de aminoácidos libres, luteína y zeaxantina.

4.- JUSTIFICACIÓN

En el estado de Campeche se practica comúnmente el sistema de producción de aves de traspatio intensivo y extensivo, orientado principalmente a la producción de huevos. Esta actividad representa un medio importante para la obtención de proteína de origen animal, así como fuente adicional de ingreso en el hogar. En particular, el huevo colectado se utiliza tanto para el autoconsumo como para la comercialización en mercados locales o regionales. El huevo es un alimento muy valioso desde el punto de vista nutricional, ya que contiene nutrientes esenciales para el hombre. Además, puede considerarse como un alimento funcional debido a los numerosos compuestos bioactivos con los que cuenta, con importantes efectos beneficiosos para la salud. La producción tradicional de huevo de gallina de traspatio podría favorecer el contenido de nutrientes esenciales debido al tipo de alimentación que consume las aves, en comparación con la producción de huevo blanco comercial producido a nivel intensivo. Sin embargo, existe poca información sobre el contenido de compuestos bioactivos en huevo de gallina de traspatio.

5.- ALCANCES Y LIMITACIONES.

Alcance

- En la presente investigación se realizará una recolección de muestras de huevo de gallina de traspatio en diferentes comunidades de Campeche y Yucatán.
- Se determinará el perfil de ácidos grasos y la actividad antioxidante en la yema de huevo.

Limitaciones

- Disponemos de escasa información nacional respecto a la evaluación de calidad de huevo, por lo cual nuestra base de datos es menor.
- El periodo de tiempo asignado para realizar el proyecto comprenderá de 6 meses entre las fechas del 15 de agosto de 2024 al 12 de enero de 2025

6.- OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.

TIPOS DE OBJETIVOS

1) Objetivo general.

Determinar el perfil de ácidos grasos y la actividad antioxidante en huevo de gallina de traspatio producido en comunidades de Campeche.

2) Objetivos específicos

- Realizar la eliminación de agua en la yema de huevo mediante el método de conservación de liofilización.
- Determinar el perfil de ácidos grasos de la yema de huevo de gallina de traspatio y huevo comercial en polvo mediante cromatografía de gases.

- Evaluar y aplicar las técnicas de ensayos DPPH(1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) para la cuantificación de antioxidantes en un espectrofotómetro UV-vis.

7.- MATERIALES Y METODOS

7.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental realizada a nivel de laboratorio, ubicada en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche, que por medio de análisis químicos se realiza un seguimiento de calidad de huevo para determinar el perfil de ácidos grasos y actividad antioxidante en huevos de traspatio de comunidades del estado de Campeche.

7.2 Ubicación de estudio.

La investigación se realizó en el laboratorio de Análisis Químico-biológicos, laboratorio de Instrumentación Analítica y taller de Tecnología Alimentaria ubicados en el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní (ITESCAM) la cual se localiza en la Avenida AH-Canul, sin número, San Felipe en la ciudad de Calkiní, Campeche en el paralelo 20°20'38''N y 90°02'44''W.

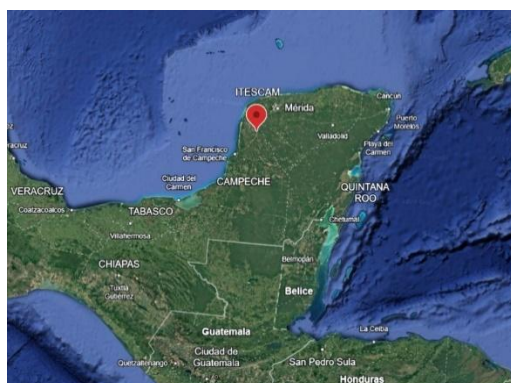


FIGURA 16: Mapa extraído de Google maps de la localización del ITESCAM

7.3 Recolección de los huevos de traspatio.

Los huevos de traspatio fueron recolectados en diferentes localidades de Campeche. Principalmente esta la localidad de Villamadero, Champotón con coordenadas 19°31'41.3"N y 90°41'57.8"W; Kesté, Champotón con coordenadas 19°30'10.0"N y 90°30'44.9"W. La región presenta un rango de temperatura de 26 - 28°C, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (93.29%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad 6.71% Y 200 m s. n. m. (INEGI, 2010); Maxcanú, Yucatán con coordenadas 20°35'14.7"N y 90°00'16.6"W. Región que presenta un clima subhúmedo, la mayor parte del año es cálido con lluvias principales entre junio y octubre, con temperaturas de 30 a 37 °C en los meses más cálidos

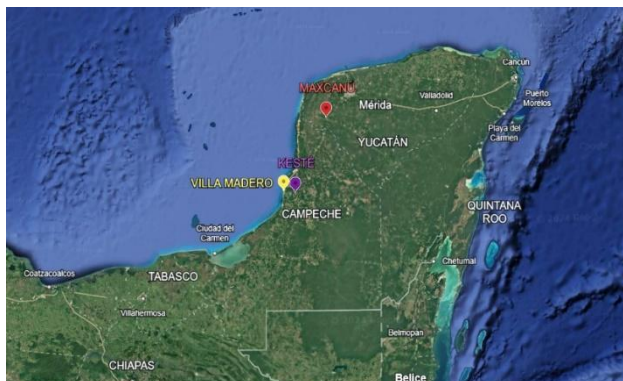


FIGURA 17: Mapa extraído de Google Earth de la ubicación de las localidades de Villa Madero, Maxcanú y Kesté.

7.4 Población y muestra

7.4.1 Población

En la presente investigación se trabajó con huevos de traspatio adquiridos de distintos lugares de Campeche, el cual podemos mencionar la localidad de Villa Madero Maxcanú, Kesté. Así mismo se trabajaron con huevos comerciales adquiridos de las tiendas de Bachoco y bodega Aurrera de Calkiní campeche, comprados en la 3 semana del mes de octubre.



FIGURA 18: Gallinas de traspatio de la localidad de Villa Madero, Campeche.

La cantidad de huevos correspondieron de diferentes cantidades por localidad, 25 huevos de Villa Madero; 16 huevos de Maxcanú, 29 huevos de Kesté; 24 huevos comerciales (una docena adquirida en bodega Aurrera y una docena en Bachoco).



FIGURA 19: Huevos de gallina de traspatio obtenidos de Kesté.



FIGURA 20: huevos de gallina de traspatio obtenidos de Maxcanú.

7.4.2 Muestra

La muestra de los huevos fue tomada mediante un muestreo simple y la cantidad a usar depende de la prueba analítica a realizar, dando como resultado una utilización de un huevo para 2 o 3 pruebas analíticas.

7.5. Conservación

Liofilización

Se elaboró una serie de muestras para liofilizar, la cual consistió en el siguiente proceso. Se usaron 6 huevos de cada población, a los cuales se les separó la clara y la yema. Seguidamente, sin mezclar las muestras entre poblaciones, se homogenizó en un recipiente la clara y en otro, la yema. Posteriormente las muestras homogéneas se vertieron en tubos de centrifuga de 50 ml. El muestreo consistió en llenar 6 tubos por ecorregión: 3 muestras de yema; 3 muestras de clara. Asimismo, contemplando 6 tubos de 3 poblaciones y los huevos comerciales, tenemos un total de 24 muestra a liofilizar de 50 ml.

7.6 metodología

7.6.1 Liofilización:

El método de conservación de huevos por liofilización consistió en dos partes:

- Congelación a bajas temperaturas.
- Secado por sublimación del hielo del producto congelado.

1.- Quebrado del huevo: Por operación mecánica de rompieron 6 huevos de cada ecorregión, para separarlos de la cáscara, así mismo separar la clara de la yema.

2.- Mezclado de huevo: Manualmente con una batidora se mezcló en un recipiente las yemas de una sola población y en otro recipiente las claras. Se repitió el mismo proceso para las demás ecorregiones y los huevos comerciales.

3.- Mediciones de muestras: En 6 tubos de centrifuga de 50 ml, se vertieron las muestras de una ecorregión, las cuales 3 tubos serian usadas para la yema y 3 para las claras. Asimismo, rotular según corresponda a cada ecorregión. Dando un total de 24 muestra de 50 ml a liofilizar.

4.- Congelado: Las muestras fueron llevadas en un ultracongelador vertical Haier Biomedical DW-86L728J con condiciones de congelamiento a una temperatura de -80 °C, la cual se mantuvo en ultracongelación durante 5 días hasta liofilizar.

5.- Liofilizado: La liofilización se llevó a cabo con un liofilizador de la marca Labconco modelo Frezone de 2.5 litros. El tiempo de liofilizado fue de 24 hrs.



FIGURA 21:Liofilización de la muestra de huevo de gallina de traspatio y huevo comercial.

6.-Empaque: El producto final liofilizado fue sometido a en bolsas Ziploc, porque el huevo al tener un alto contenido de grasas es susceptible a la rancidez oxidativa.

7.-Almacenado: El producto empacado fue almacenado en ultracongelación.

7.6.2 Método de DPPH

Preparación de extracto: Inicialmente se utilizó yema de huevo previamente liofilizado. Se peso 100 mg de la yema de huevo en polvo de una población y se mezcló con 10 ml de etanol. Se homogeneizó en un vortex hasta formar una alícuota. Se repitió el mismo proceso para las demás poblaciones. En un vaso de precipitado se añadió una solución madre de 2 ml de DPPH y 25 ml de etanol. A partir de esta solución se realizará diluciones hasta ajustar la absorbancia del reactivo a 0.8 nm. (para este caso dio como resultado 0.7252 nm)

En un tubo de microcentrífuga se vertió 100 microlitros de la alícuota y 900 microlitros de la solución de DPPH diluida en etanol. Este proceso se realizó por triplicado.

La absorbancia fue medida a 517 nm a los 0 y 30 min con un espectrofotómetro UV-Vis.



FIGURA 22:Equipo Espectrofotómetro UV-vis

El porcentaje de Inhibición de cálculo con la siguiente ecuación.

(ecuación 1)

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{(\text{absorbancia control DPPH} - \text{Absorbancia de muestra})}{\text{Absorbancia de control DPPH}} \times 100$$

Los resultados del porcentaje de inhibición de DPPH para las poblaciones de Maxcanú, Kesté, Villa Madero y huevo comercial, tanto para 0 y 30 minutos se visualizan en el anexo 2.

7.6.3 Método de Perfil de ácidos grasos.

1.- Extracción de grasa

Para la extracción de grasa se utilizó el método de Folch o extracción en frío, que consiste en lo siguiente:

- Se tomó 3 g de muestra de huevo liofilizado de una de las poblaciones.
- Se realizó una preparación de cloroformo-etanol (50/50)
- Posteriormente se realizaron 2 lavados a la muestra lo cual consistió en agregar 20 ml de la disolución en la muestra y pasarlo al vortex durante 4 minutos.
- Seguidamente se realiza la filtración.
- Una vez separada la fase líquida de la sólida; la parte líquida se vertió en un tubo de Falcon y la parte sólida se le realizó otro lavado con 10 ml de la disolución cloroformo-etanol para después someterla en el vortex por 4 minutos.
- Concluido el proceso se mezclaron las partes líquidas, se dejaron reposar por 24hrs y se desechó las partes sólidas.
- Se repitió el mismo proceso para las muestras restantes.



FIGURA 23: Muestras de grasa de yema de huevo de las poblaciones

Una vez transcurrido las 24 hrs se realizó lo siguiente:

- Se preparó una solución de agua salina al 0.88% (NaCl)
- Para cada muestra filtrada se le agregó 16 ml del agua salina previamente preparada, se agitó mecánicamente y se dejó reposar por 10 min.
- Se observó la separación de dos fases la cual se tomó la fase que se encontraba en parte inferior del recipiente (grasa). Asimismo, la muestra de grasa tomada se añadió a un tubo de Falcon y se sometió a congelación.



FIGURA 24:: Muestras de grasa de yema de huevo añadida una solución salina para su separación de fases.



FIGURA 25: Observación de la separación de fases de una muestra de grasa de yema de huevo de una población.

2.- Metilación

Previo al proceso de lectura de ácidos grasos se realizó un proceso de metilación o derivatización el cual consiste en lo siguiente.

- Se tomó 50 mg de la grasa extraída de una de las muestras de yema de huevo liofilizada.
- Se le agregó 1 ml de KOH al 0.5% en metanol, previamente preparado.
- Se agitó en un vortex durante 1 minuto.
- Se preparó previamente el condensador lo cual debe tener una temperatura de 90°C.

- La muestra con KOH se vertió en el condensador y se dejó para que realizara el proceso de reflujo durante 10 minutos.
- Una vez transcurrido el tiempo se le añadió 1 ml de trifluoruro de boro por el condensador y se dejó durante 2 minutos a 90°C.
- Seguidamente se le agregó 2 ml de hexano por el condensador y se dejó en reflujo durante 1 min a 90°C.
- Se retiró del condensador la muestra y se le añadió 2 ml de agua destilada con NaCl al 10% (p/v).
- La solución se agitó en un vortex y posteriormente se dejó reposar por 10 minutos hasta ver la separación de 2 fases para así tomar 1 ml de la fase superior de la solución.
- Posterior a ello se repitió el mismo procedimiento para las demás muestras y se sometieron a congelación.

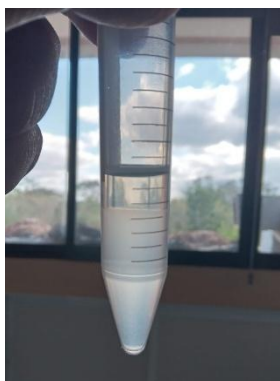


FIGURA 28: Observación de la separación de fases de una muestra de la población comercial



FIGURA 26: Observación de la separación de fases de una muestra de la población de Maxcanú



FIGURA 27: Muestras de yema con las fases extraídas.

3.- Inyección en el cromatógrafo.

Este proceso se llevó a cabo en el cromatógrafo de gases de la marca Thermo scientific modelo Trace GC Ultra. El cual para la lectura se tuvo en consideración una metodología proporcionada por el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní.



FIGURA 29:Equipo Cromatógrafo de gases.

Para la inyección se tomó 2 microlitros de una muestra que se introdujo en el inyector y así iniciar el proceso de lectura de los ácidos grasos. La muestra permaneció en un tiempo de 60 min en lectura del equipo y se estuvo monitoreando los resultados en un equipo de cómputo el cual se observó los picos en un cromatograma.

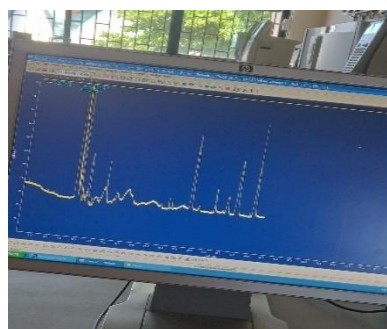


FIGURA 30:Evaluación del cromatograma de la muestra comercial inyectada

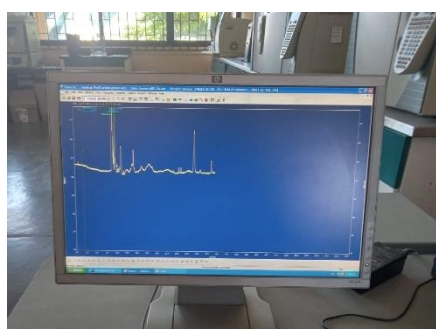


FIGURA 31:Evaluación de la muestra de Maxcanú inyectada.

Una vez transcurrido el tiempo se realizó el mismo procedimiento para las demás muestras

8.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para los métodos de actividad antioxidante y del perfil de ácidos grasos se muestran a continuación.

8.1 Actividad antioxidante

Los resultados respecto a los porcentajes de inhibición por el método DPPH observados en muestras de yema de huevo de gallina de traspatio recolectas en diferentes localidades de Campeche y Yucatán se muestran en la Tabla 2.

En la medición al minuto 0, las muestras de huevo de la localidad de Villa Madero presentaron mayor ($P < 0.05$) porcentaje de inhibición ($20.50 \pm 1.55\%$), en comparación con las otras muestras de huevo (Figura 23). Por otra parte, las muestras de huevo de la localidad de Maxcanú presentaron menor porcentaje de inhibición ($9.36 \pm 5.82\%$).

Tabla 3: Medias $\pm$ desviación estándar del porcentaje de inhibición de DPPH evaluado en los minutos 0 30 en muestras de yema de huevo de gallina de traspatio provenientes de diferentes localidades de Campeche y Yucatán.

Tiempo de medición	Localidades			
	Maxcanú	Kesté	Comercial	Villa Madero
Minuto 0	9.36 ± 5.82^b	15.50 ± 0.87^{ab}	14.56 ± 2.80^{ab}	20.50 ± 1.55^a
Minuto 30	21.17 ± 9.3^a	25.29 ± 0.09^{ab}	28.00 ± 0.33^{ab}	30.19 ± 1.26^{ab}

^{ab} Medias con diferente superíndice en cada fila son estadísticamente distintas

Al comparar el porcentaje de inhibición de DPPH de los huevos de las diferentes localidades, se obtuvo que, para 0 minutos, los huevos de la localidad de Villamadero tuvieron un alto índice de antioxidantes con 20.5 %. Los huevos con

menos antioxidantes fue el de Maxcanú con un porcentaje de inhibición de DPPH de 9.36%.

Para los 30 minutos se observó que no tiende a haber diferencia entre las 4 muestras. El porcentaje de inhibición de DPPH fue lo siguiente: Maxcanú 21.1%, Kesté 25.2%, Huevo comercial 28% y Villamadero 30.1%.

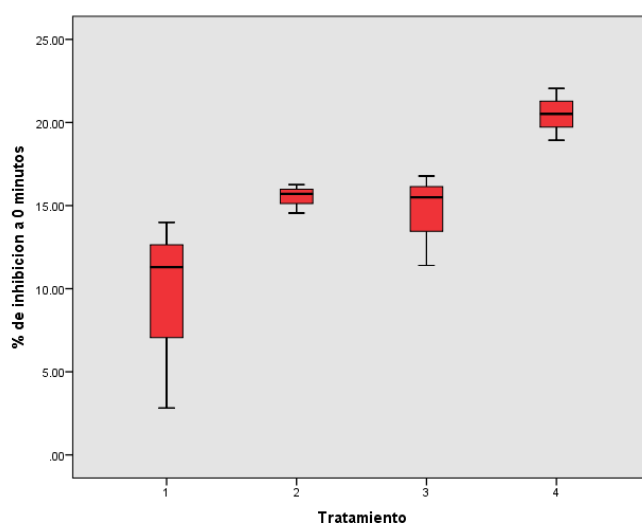


FIGURA 32:Diagrama de caja del porcentaje de inhibición de DPPH para las poblaciones de huevo a 0 minutos.

En la figura 32, observamos que los huevos provenientes de Maxcanú (Tratamiento 1), presentan una mayor variabilidad, a diferencia de los huevos provenientes de la comunidad de Kesté (tratamiento 2) que no presenta variabilidad en el porcentaje de inhibición de DPPH. De igual manera se observa que el tratamiento 4 de los huevos provenientes de la localidad de Villamadero presenta estadísticamente diferencia significativa con respecto al tratamiento 1 (Maxcanú).

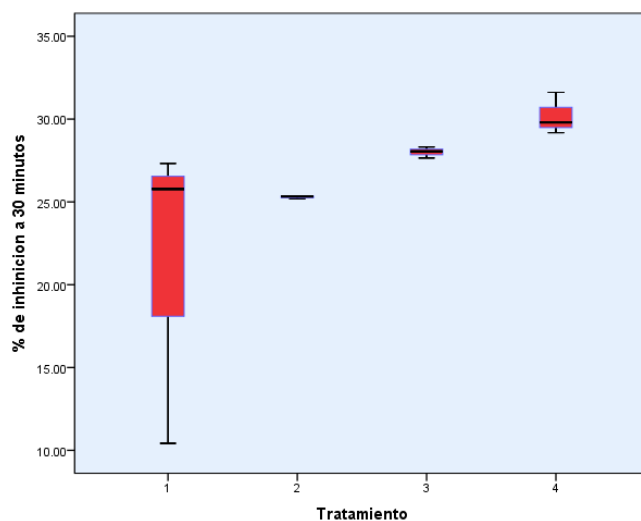


FIGURA 33:Diagrama de caja del porcentaje de inhibición de DPPH para las poblaciones de huevo a 30 minutos.

En la figura 33, observamos que en el tratamiento 1 (Maxcanú) siguen presentando una mayor variabilidad con respecto a el tratamiento 2 (Kesté). En este caso observamos que no se presenta estadísticamente alguna diferencia entre todos los tratamientos.

Kulinka & Marquez & Porcel (2017) realizaron un trabajo de la capacidad antioxidante en huevos de campo e industriales en Córdoba, Argentina, utilizando la metodología de DPPH y en dicho trabajo demostraron que la capacidad antioxidante de los huevos disminuyó con el tiempo de almacenamiento, destacando que la muestra de huevo de gallina de traspatio (campo) mantuvo un porcentaje de inhibición elevado. De igual manera se demostró que el porcentaje de inhibición del radical DPPH incrementa, conforme aumente la concentración de extracto de huevo. Para el primer análisis se tomó en cuenta el almacenamiento de los huevos a los 5 días, tanto de campo como industrial. Se realizaron tres concentraciones de extracto de huevo industrial y de campo que fueron 2.93 µg/ml, 8.26 µg/ml y 15.15 µg/ml. En la concentración más baja (2.93µg/ml) se obtuvo un porcentaje de inhibición de DPPH de 30.45% en el huevo de campo y 19.17% en el huevo comercial. En la segunda concentración (8.26 µg/ml) se obtuvo 42.58 % en el huevo de campo y 34.64% en el huevo comercial. En la tercera concentración

(15.15 µg/ml) los porcentajes alcanzaron 57.69% para el huevo de campo mientras que el huevo comercial obtuvo 52.25% de inhibición de DPPH.

El segundo análisis se tomó en cuenta los huevos con 33 días de almacenamiento y se realizó las mismas concentraciones anteriores (fueron 2.93 µg/ml, 8.26 µg/ml y 15.15 µg/ml). Para la primera concentración se reflejó un porcentaje de inhibición del 26.64% en el huevo de campo y 18.05% en el huevo comercial. En la segunda concentración se obtuvo un 32.90% en el huevo de campo mientras que en el huevo comercial se obtuvo 29.02%. Para la tercera concentración los valores del huevo de campo fueron 40.02% y 33.61% en el huevo industrial.

Los resultados hechos por Kulinka & Marquez & Porcel (2017) son relativamente diferentes puesto que para el tiempo de almacenamiento en condiciones diferentes disminuye los antioxidantes. Es decir que en ese trabajo se implementó un almacenamiento de huevos de manera directa a refrigeración. A diferencia que el presente trabajo principalmente se liofilizó y se mantuvo en almacenamiento por congelación a -80°C en un ultracongelador.

8.2 Perfil de ácidos grasos.

En cuando a los ácidos grasos se obtuvieron los siguientes resultados, en consideración en mínima diferencia, sin embargo, es importante mencionar que la respuesta de la cantidad de ácidos grasos encontrados en los huevos es debido a la forma de alimentación, ya que se puede observar una diferencia mínima en algunos compuestos.

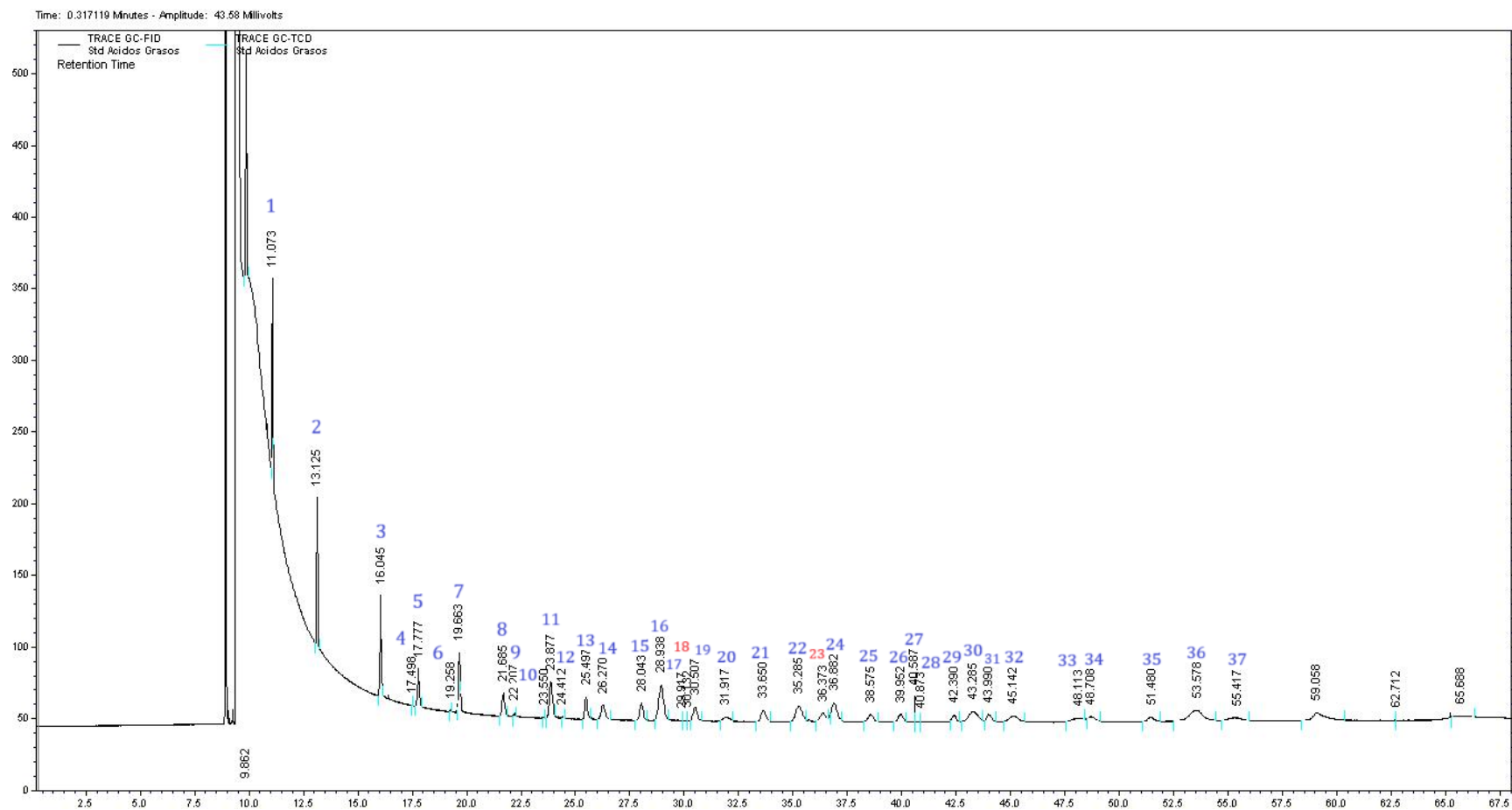


FIGURA 34: Cromatograma de perfil de ácidos grasos estándar.

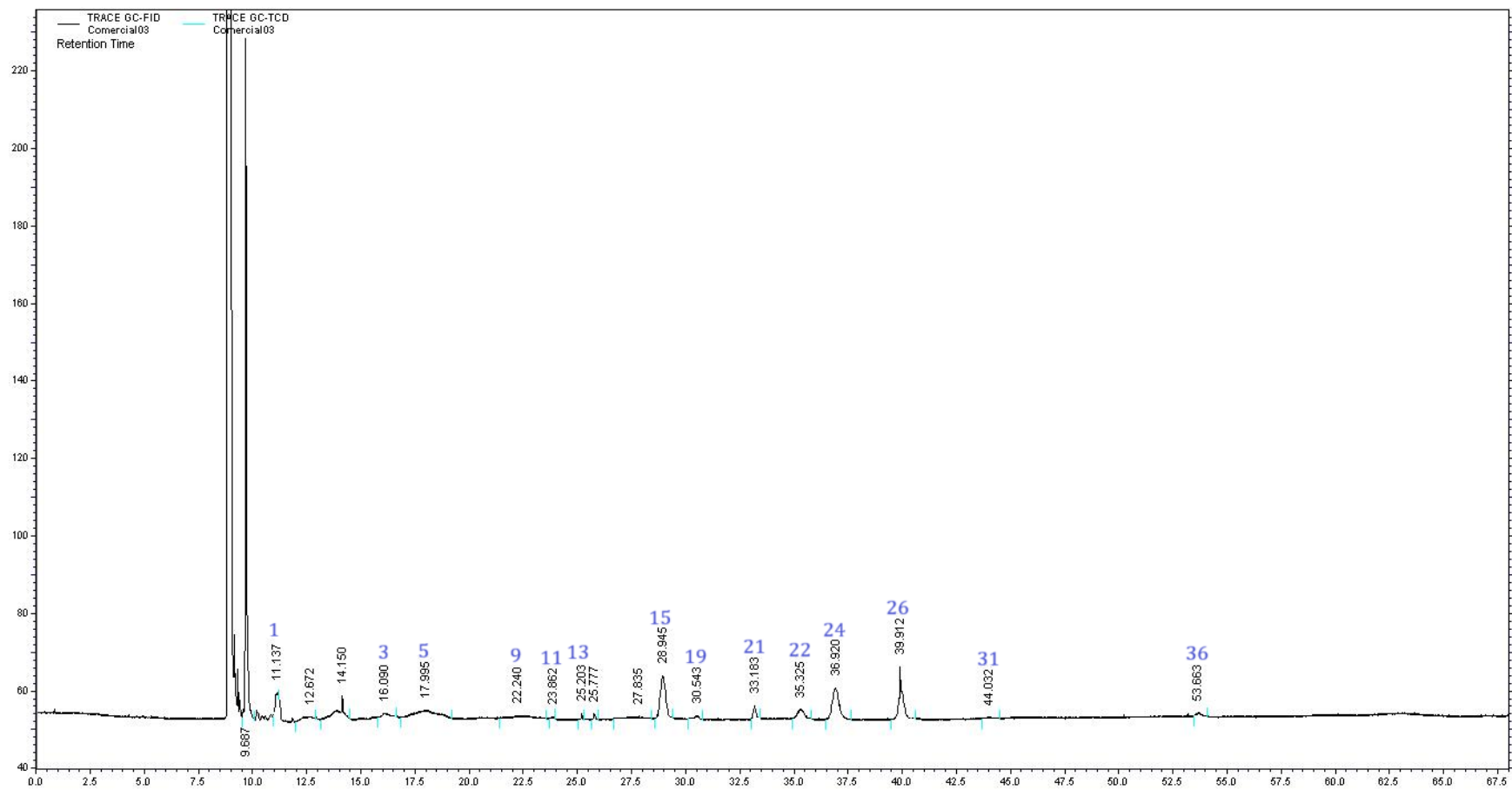


FIGURA 35: Cromatograma de perfil de ácidos grasos comercial

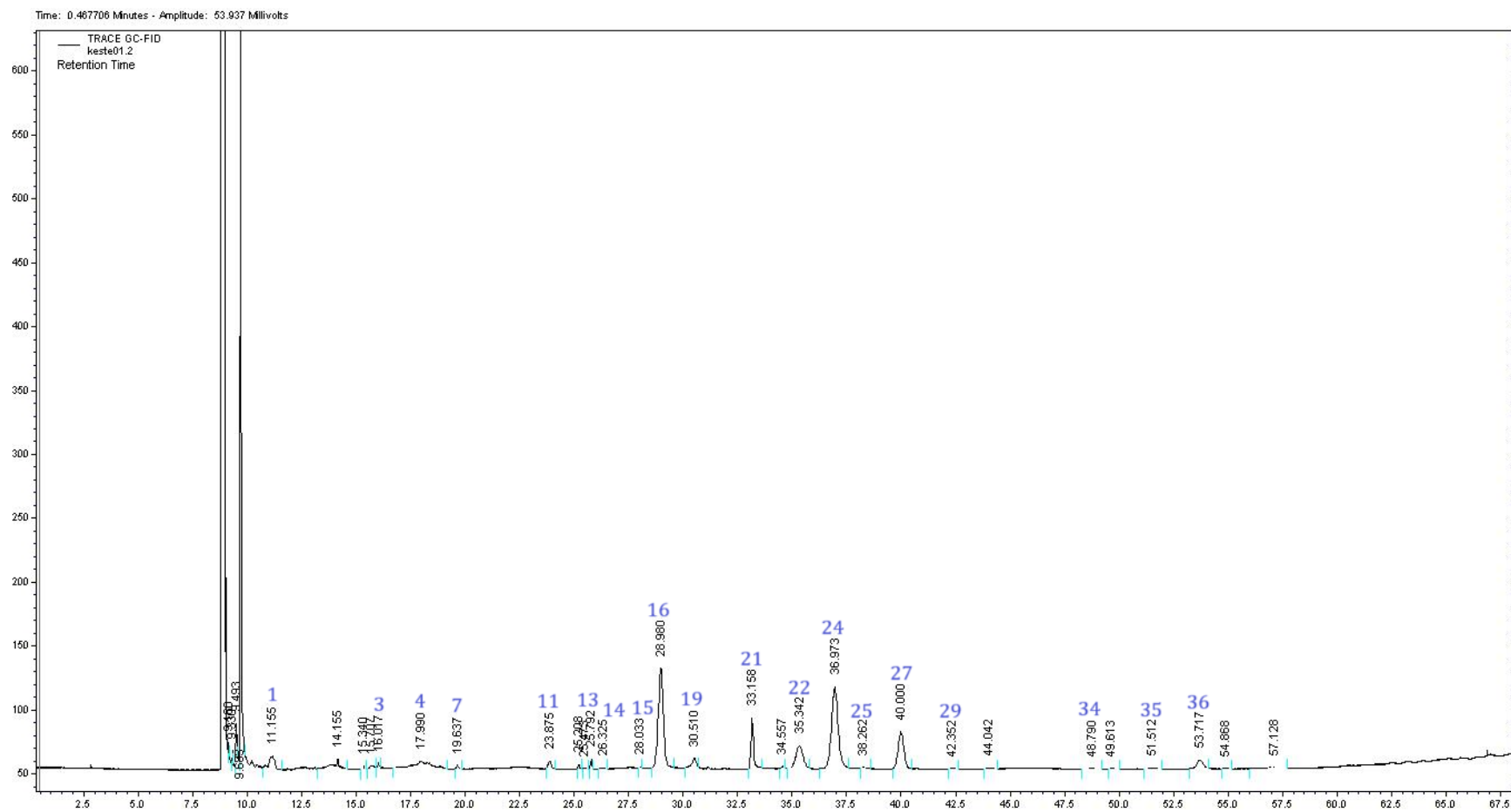


FIGURA 36: Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Kesté.

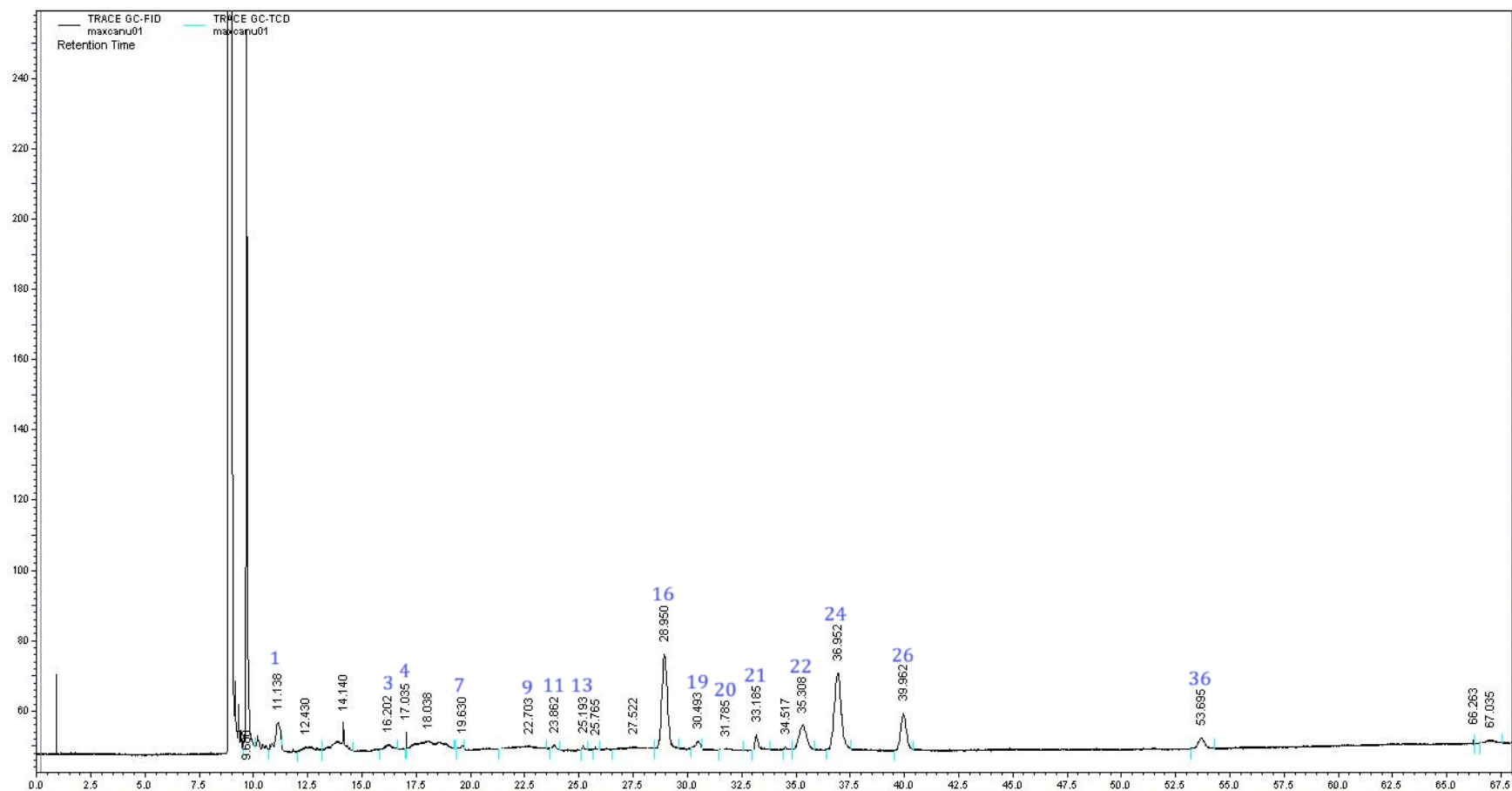


FIGURA 37: Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Maxcanú

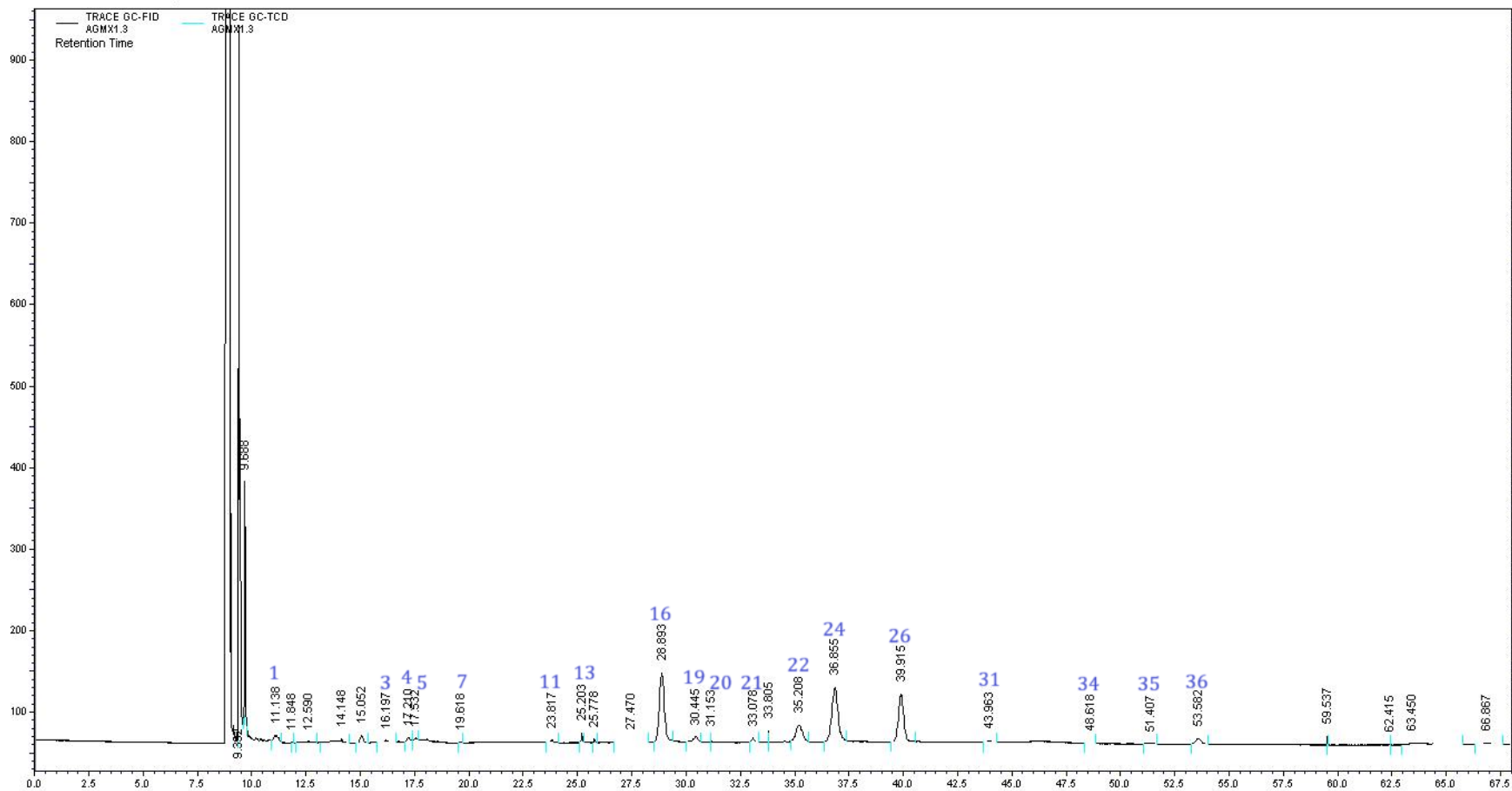


FIGURA 38: Cromatograma de perfil de ácidos grasos de la población de Villamadero.

Tabla 4: Composición de ácidos grasos de la yema de huevo comercial y de huevo de traspatio de las comunidades de Kesté, Maxcanú y Villa Madero.

COMPUESTO		COMERCIAL (%)	MAXCANÚ (%)	KESTÉ (%)	VILLA MADERO (%)
N°	NOMBRE				
1	Ácido butírico	2.04	3.63	2.61	1.24
3	Ácido caprílico	1.68	1.15	0.22	0.44
4	Ácido Cáprico	N/D	0.36	5.15	0.44
5	Ácido undecanoico	9.31	N/D	N/D	0.22
7	Ácido tridecanoico	N/D	0.34	0.33	0.05
9	Ácido Miristoleico	3.42	2.29	N/D	N/D
11	Ácido-cis-10-pentacenoico	0.23	0.61	0.98	0.35
13	Ácido palmitoleico	0.51	0.24	0.48	0.5
14	Ácido Heptadecaonico	N/D	N/D	0.14	N/D
15	Ácido- cis- 10-heptadecenoico	11.56	N/D	0.05	N/D
16	Ácido Esteárico	N/D	17.31	19.25	14.57
19	Ácido linoleico (LA)	1.09	0.95	1.54	1.11
21	Ácido Y-Linolenico	1.84	1.86	4.77	0.42
22	Ácido a-Linolenico (ALA)	3.84	6.32	6.03	4.57
24	Acido-cis.11-Eicosenoico	11.26	17.32	20.34	14.24
25	Ácido-cis- 11,14, Eicosadienoico	N/D	N/D	0.17	N/D
26	Ácido-cis-8,11,14- eicosatrienoico	8.82	7.13	N/D	11.29
27	Ácido 11, 14,17- Eicosatrienoico	N/D	N/D	7.64	N/D
29	Ácido-cis-5,8,11,14,17 Eicosapentaenoico (EPA)	N/D	N/D	0.17	N/D
31	Ácido Behénico	0.79	N/D	N/D	0.41
34	Ácido-cis-4, 7, 10, 13, 16, 19 Docosahexaenoico (DHA)	N/D	N/D	0.2	0.11
35	Ácido Tricosanoico	N/D	N/D	0.27	0.17
36	Ácido Lignocérico	1.1	2.51	2	1.4
Porcentaje de AG Saturados		57.43	63.28	57.63	67.41
Porcentaje de AG monoinsaturados		26.98	20.46	21.85	15.09
Porcentaje de AG poliinsaturados		15.59	16.26	20.52	17.5

N/D: No detectado.

Composición de ácidos grasos saturados en la yema de huevo.

Para las muestras del sistema extensivo o de traspasío el compuesto del ácido esteárico (C18:0) fueron elevadas siendo la población de Kesté la de mayor cantidad de AG con 19.25 % a comparación de los huevos del sistema intensivo o de corral el cual no se presentó ni detectó algún contenido. Las cuatro poblaciones presentaron indicio de contenido de ácido butírico (C4:0) el cual Maxcanú presentó el mayor contenido con 3.63 % y Villa Madero con un contenido menor de 1.24%. Asimismo, todas las poblaciones presentaron respuesta de niveles bajos de ácido caprílico (C8:0) siendo el huevo comercial el de mayor contenido con 1.68%. Se identificó la presencia de ácido cáprico (C10:0) en las poblaciones en pequeñas cantidades del sistema intensivo sin embargo las muestras de Kesté sobresalieron con un porcentaje del 5.15%.

Ácidos grasos monoinsaturados.

El ácido palmitoleico (C16:1) se identificó en todas las poblaciones, sin embargo, en proporciones bajas siendo la comercial y de Villa Madero similares son porcentajes de 0.5 %. El ácido-cis.11-Eicosenoico(C20:1n9) fue identificado en estas evaluaciones en todas las muestras el cual presentó niveles altos de contenido, siendo Kesté el de mayor proporción con 20.34%. El Ácido- cis- 10-heptadecenoico (C17:1) fue identificado en los huevos comerciales con niveles de 11.56% siendo el más alto, a diferencia de la población de Kesté que tuvo un porcentaje bajo del 0.05% y para las demás poblaciones no se identificó presencia de esta concentración.

Ácidos grasos poliinsaturados.

El contenido de ácido linoleico (C18:2n6c) estuvo presente en todas las poblaciones, aunque en niveles bajos, siendo Kesté con el mayor contenido con 1.54%. El Ácido γ -Linolénico(C18:3n6) se presentó en todas las poblaciones sin embargo en que tuvo mayor contenido fue la población de Kesté con un 4.77, asimismo se detectó ácido α -linolénico(C18:3n3) en las cuatro poblaciones resaltando Maxcanú con un alto contenido de 6.32%. El Ácido-cis-8,11,14-

eicosatrienoico (C20:3n6) fue identificado en 3 poblaciones, comercial, Maxcanú y Villa Madero siendo este último con un mayor porcentaje de 11.29%. El Ácido 11, 14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3) se presentó únicamente en la población de Kesté con un 7.64%.

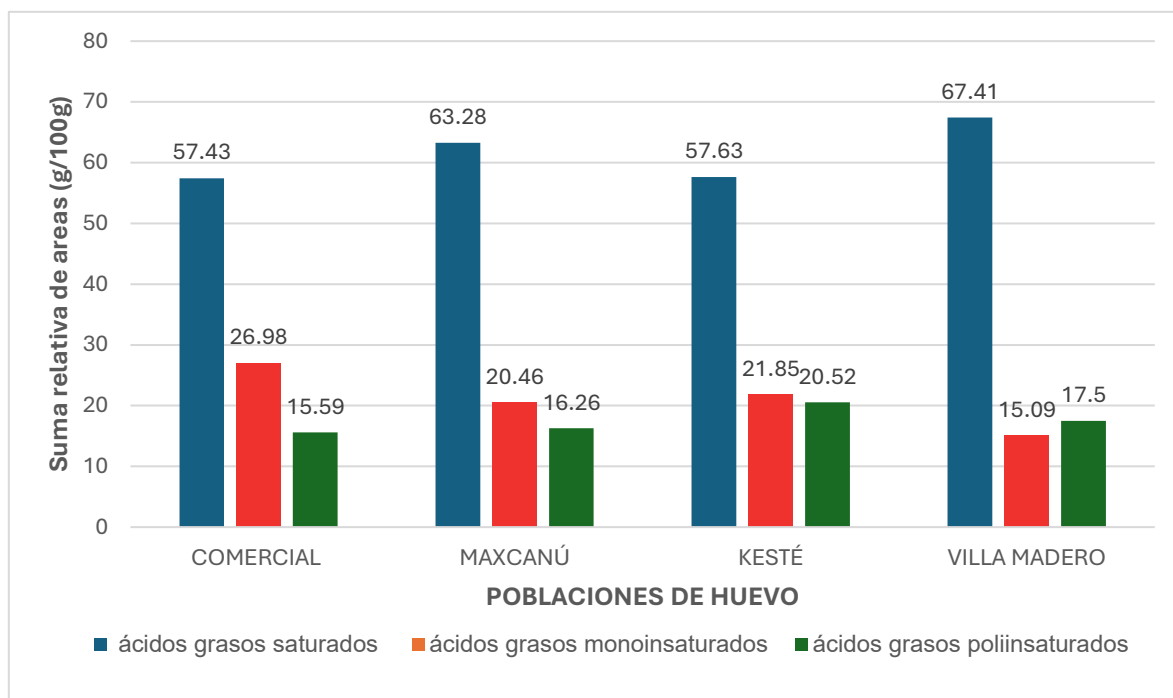


FIGURA 39: Grafica de la composición de ácidos grasos, saturados, monoinsaturados e insaturados en yema de huevo comercial y poblaciones de Kesté, Maxcanú y Villa Madero.

La zona de Kesté se obtuvo un índice de ácido esteárico elevado de un 19.25%, este compuesto se puede encontrar en algunas plantas o bien en arroz que posiblemente el ave ingirió en su dieta antes de la puesta de huevo.

Es importante mencionar que se obtuvieron pequeñas respuestas de Omega-3 del tipo ácido alfa-linolénico (ALA), ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA) en algunas de las poblaciones como lo son Maxcanú con 6.32% de ALA en su mayoría, Kesté con 0.17% de EPA que fue la única identificada, Villamadero con 0.11% de DHA que fue la concentración más alta; el DHA es un ácido importante debido que ejerce el desarrollo visual y neurológico. Asimismo, se mostró resultados de Omega-6 en su tipo de ácido linoleico (LA) en las cuatro poblaciones, destacando Kesté con una concentración del 1.54% siendo la que obtuvo mayor índice de ácido Linoleico. Estos ácidos grasos insaturados son

considerados esenciales, debido a que el ser humano no cuenta con las enzimas necesarias para sintetizarlos. Por lo cual el consumidor se hará acreedor de consumir aquel alimento que le cumpla estos estándares debido a que estos poseen efectos anticancerígenos.

En la gráfica de la figura 39 se observa que la población de Kesté posee un mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (recordamos que son ácidos grasos esenciales para el ser humano) con un 20.52% a diferencia de la comercial que tiene 15.59%.

Chavarría (2018) realizó un trabajo de investigación en la caracterización de perfil de ácidos grasos en sistema de alojamiento de jaula, piso y libre pastoreo en costa rica. Para su análisis se realizó basándose en la metodología descrita por Misir, Laaverls & Blair (1985). Dichos resultados demostraron que se encontró un 51% de ácidos grasos monoinsaturados en el sistema intensivo (granja) mientras que un 49% en el sistema intensivo (traspatio). Asimismo, para el caso de ácidos grasos poliinsaturados se obtuvo un 17% en el sistema intensivo y un 18% en el sistema extensivo. De igual forma se menciona que se obtuvo un 31% de ácidos grasos saturados en el sistema intensivo y un 32% en el sistema extensivo. Cabe recalcar que en dichos resultados se destaca los ácidos grasos palmítico, oleico y linoleico.

10.- CONCLUSIONES

Con base en los análisis realizados del presente trabajo, al determinar la capacidad antioxidante de los huevos de las localidades de Campeche y huevos comerciales podemos concluir que:

Los huevos que presentan una mayor actividad antioxidante son los de la comunidad de Villa Madero siendo huevos de traspatio, aun así, superando en menor cantidad a los huevos comerciales es decir que los huevos de traspatio tienden a tener un mayor número de antioxidantes que los huevos comerciales.

Para los resultados obtenidos del análisis de perfil de ácidos grasos provenientes de dos sistemas (Extensivo e intensivo), el cual podemos mencionar que ambos

tienen similitudes en las respuestas, sin embargo, hay que considerar los factores que podrían alterar dichos resultados. Como se menciona antes, la dieta de un ave puede ser el factor principal. Un ave en el sistema intensivo su dieta es constante de una fórmula de desarrollo para su crecimiento implementando ingredientes que aceleran la producción pero que alteran los compuestos finales del subproducto (huevo). Todo esto conlleva que el huevo posea compuestos que o bien puede ser de gran ayuda, pero en menor proporción. En el sistema extensivo el ave es libre de consumir y buscar su propio alimento y por ende al ser un lugar más abierto puede conllevar a que el subproducto tenga un buen resultado al ingerir cantidades de alimento como lo son las hierbas, zacates, plantas que estén a su alcance, insectos (mariposas, lombrices, gusanos, bichos, etc.) o bien obtener un poco de alimentación a disposición del granjero como pueden ofrecerle maíz, arroz, avena, legumbres, tortilla o sobras de la alimentación del granjero.

Con base en los resultados obtenidos los que poseen un mayor índice de ácidos grasos poliinsaturados son de la comunidad de Kesté, que como mencionamos la dieta del ave puede basar en alimentos ricos en Omega 3 y 6. A diferencia de las demás comunidades que se encontraron en menor porcentaje. Los huevos de Kesté tuvieron un alto índice de ácidos grasos poliinsaturados que es lo que le puede demandar la alimentación de una persona cumpliendo como un requisito funcional.

11.- RECOMENDACIONES.

Para realizar los análisis fisicoquímicos es recomendable que los huevos recolectados tengan un periodo no mayor a 8 días después de la puesta, para tener datos relevantes, concisos, y congruentes para evitar diferencias debido a las condiciones y periodo de almacenamiento. Asimismo, una vez recolectado los huevos, se recomienda tenerlos en refrigeración. De igual manera desde el día de recolección no dejarlos más de 15 días en refrigeración debido a que se pierde la frescura de estos; incluso inicia el proceso de putrefacción.

Para los análisis de perfil de ácidos grasos y actividad antioxidante es sugerible inicialmente hacer una separación de muestra entre yemas y claras de cada tratamiento para posteriormente liofilizarlas y mantener optimas sus condiciones y prolongar su conservación, de tal manera que tendríamos información de exclusivamente entre la yema y la clara, para su posterior comparación entre tratamientos.

12.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Ácidos grasos y su importancia en la dieta. (2017, 24 noviembre). Interporc.
<https://interporc.com/2017/10/19/acidos-grasos-y-su-importancia-en-la-dieta?cat=profesional-sanitario/noticias>

Aleu, g., rosmini, m., zogbu, a., & saavedra, s. (2018). Guía para el aseguramiento de la calidad en industrias de alimentos de origen animal.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/151109/conicet_digital_nro_e837cd4a-c464-44d7-96a9-1b9b0b148f07_x.pdf?sequence=5&isallowed=y

Antioxidantes: definición, clasificación y conceptos generales - portal antioxidantes. (2021, 12 octubre). Portales antioxidantes.
<https://portalantioxidantes.com/antioxidantes/>

Angarita Leyton, A., & Castrillon Zapata, F. (2020). *Produccion agroecologica de gallinas criollas*.

Ángel-Coronel, O. A., Torres-Rivera, J. A., Ortíz-Rubio, L. S., & Aguas-Hernández, M. F. (2016). Evaluación sensorial, parámetros fisicoquímicos y preferencias de consumo de huevo de gallina de traspatio, orgánico e industrializado en la región cafetalera central de Veracruz, México. *Revista de Planeación y Control Microfinanciero*, 2(3), 21-31.

Astrid, s., flores, c., & florez, j., mendez. (2021). Efecto en la composición nutricional de huevos azules de gallinas criollas huiliches mediante la inclusión de compuestos naturales del sur de Chile ricos en antioxidantes y omega 3. *Medicina veterinaria y zootecnia*.
<https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/6355>

Betancourt, L., & Díaz, G. (2009). ENRIQUECIMIENTO DE HUEVOS CON ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 MEDIANTE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA

DE LINO (*Linum usitatissimum*) EN LA DIETA. *Revista MVZ Córdoba*, 14(1), 1602-1610

Canarias, e. M. (2020, 29 abril). Importancia de los ácidos grasos - eurofins megalab canarias. Eurofins megalab canarias. <https://www.lgs-analisis.es/importancia-los-acidos-grasos/>

Chavarría, s., zamora. (2016). Caracterización del perfil de ácidos grasos, calidad física y microbiológica del huevo de gallina en tres diferentes sistemas de alojamiento: jaula, piso y con acceso a pastoreo.

Chingal, R. (2015). *Evaluacion fisica, quimica y microbiologica de huevos comerciales de gallina, durante el almacenamiento (32 dias) bajo diferentes condiciones ambientales.*

Chiriapa brito, g. V. (2023). Evaluación de las características reproductivas de gallinas criollas en la etapa de postura bajo tres sistemas de manejo intensivo, semi intensivo y extensivo en el cantón logroño. Obtenido de escuela superior politecnica de chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19591/1/17t01892.pdf>

Comercializadora agropecuaria murlota s.p.r de r.l de c.v. (2018). Composición química y calidad física-sensorial de huevo producido bajo cuatro sistemas de producción (jaula, piso, pastoreo y orgánico), con el bienestar de las aves en cada sistema. [https://www.ciaorganico.net/documypublic/381_composici%C3%B3n_qu%C3%ADmica_y_calidad_f%C3%ADsica-sensorial_de_huevo_producido_bajo_cuatro_sistemas_de_producci%C3%B3n_\(jaula_piso_pastoreo_y_org%C3%A1nico\)_con_el_bienestar_de_las_aves_en_cada_sistema.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/381_composici%C3%B3n_qu%C3%ADmica_y_calidad_f%C3%ADsica-sensorial_de_huevo_producido_bajo_cuatro_sistemas_de_producci%C3%B3n_(jaula_piso_pastoreo_y_org%C3%A1nico)_con_el_bienestar_de_las_aves_en_cada_sistema.pdf)

Coronado, m., & vega, s. (s. F.). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición.*

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0717-75182015000200014

Cuellar Sánchez, J. A. (2022). Factores que disminuyen la producción de huevos.

Obtenido de Veterinaria digital:

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/factores-que-disminuyen-la-produccion-de-huevos/#:~:text=como%20la%20muda.-,Edad,de%20su%20c%C3%A1scara%20y%20tama%C3%B1o.>

Cuéllar Sáenz, J. A. (2021). Alteraciones en la cascara del huevo: causas y estrategias de prevención. Obtenido de Veterinaria Digital:

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/alteraciones-en-la-cascara-del-huevo-causas-y-estrategias-de-prevencion/>

Euan, d. E. (2019, 9 octubre). Yucatán lidera producción de huevo. Desde el balcon.

<https://www.desdeelbalcon.com/yucatan-lidera-produccion-de-huevo/>

Gatica, A. (2011). *Indulimentos: Ácidos grasos EPA y DHA y su vital importancia en la nutrición humana*. <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2013/10/epa-dha.pdf>

Gaviria, v., vélez. (2012). Mejoramiento del proceso de recolección de huevo y valorización de los desperdicios de la e.a.t avícola alejandria.

Glick rn, fischer mh (2013) the role of essential fatty acids in human health. Journal of evidence-based complementary and alternative medicine 18: 268-289.

Gonzales, n., & cruz, s. (2017). Antioxidantes en los alimentos. Unab.

<https://repositorio.unab.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/b62c12d2-cdde-4842-922f-d33e20d5457d/content>

Grobas, s., g. G. Mateos, and j. Mendez. 1999. Influence of dietary linoleic acid on production and weight of eggs and egg components in young brown hens. J. Appl. Poult. Res. 8:177–184.

Hammeishøj, m. 2011. Organic and free-range egg production. In improving the safety and quality of eggs and egg products: egg chemistry, production and consumption (pp. 463-486).

Instituto de estudios del huevo. (2009). *el gran libro del huevo* (1.^a ed.). EDITORIAL EVEREST S.A.

Jaramillo, a. (s. F.). Producción y calidad del huevo de gallina. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5291/produccion_calidad_huevo_gallina.pdf;jsessionid=dfd3c9d4573d8a1ddbd36d5ce3d4615f?sequence=1

Jarrin pico, n. M., & ramírez sánchez, a. (2019). Universidad estatal amazónica. Obtenido de calidad externa e interna del huevo criollo a diferentes tiempos de conservación: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/588/1/t.agrop.b.uea.1111.pdf>

Kulinka, m., & marquez, p. (2017). Capacidad antioxidante y contenido de carotenoides y tocoferoles totales en huevos de campo e industriales. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5619/tit%20kulinka.pdf?sequence=1&isallowed=y>

López al, fernando ca, lazarova z, bañuelos rv, sánchez sh. “antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades”, [en línea]. Revista anacem. Vol.6 n°1. 15 de marzo de 2012. Disponible en: . [consultado 5 de marzo 2017].

La producción mundial de huevos continúa creciendo - comisión internacional del huevo. (2021, 8 febrero). International egg commission. <https://www.internationalegg.com/es/resource/global-egg-production-continues-to-grow/>

Martínez, E. (2017). Caracterización de los sistemas de producción de gallinas locales del Estado Bolívar-Venezuela años 2015-2016. *AGRONOMIA DE LA PRODUCCIÓN*, 7-12.

Meléndez aldana, m. A. (13 de octubre de 2023). Jalisco, productor estratégico de huevo. Obtenido de universidad autónoma de guadalajara: <https://www.uag.mx/es/mediahub/jalisco-productor-estrategico-de-huevo/2023-10>

Mendoza rodríguez, yareli yazmín, brambila paz, josé de jesús, arana coronado, josé jaime, sangerman-jarquín, dora ma., & molina gómez, jorge nery. (2016). El mercado de huevo en méxico: tendencia hacia la diferenciación en su consumo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1455-1466. Recuperado en 08 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2007-09342016000601455&lng=es&tlng=es.

Mesa, I., rodríguez, & valderrama, d., navarrete. (2018). Evaluación de la incorporacion de la yema de huevo en polvo como sustituto de grasa y acción antioxidante en carne de hamburguesa. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1263&context=ing_alimentos

Miranda, W. (2010). *Analisis comparativo de grasa total en huevo de gallina de granja y de gallina de traspatio*.

Monroy, d. C. (28 de marzo de 2023). Obtenido de msd salud animal: <https://www.aviculturamsd.com/2023/03/28/la-produccion-de-huevo-en-mexico-abastece-el-99-9-del-mercado->

[nacional/#:~:text=la%20comercializaci%c3%b3n%20de%20huevo%20de,s
e%20destina%20al%20uso%20industrial](#)

Nimalaratne, C., & Schieber, A. (2016). Efectos del almacenamiento y al cocion sobre la capacidad antioxidante de los huevos de gallina ponedora. *Quimica de Alimentos*, 194, 111-116. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615011498>

Oliveira, d. D., n. C. Baiao, s. V. Cançado, r. Grimaldi, m. R. Souza, I. J. C. Lara ljc, and a. M. Q. Lana. 2010. Effects of lipid sources in the diet of laying hens on the fatty acid profiles of egg yolks. *Poult. Sci.* 89: 2484–2490.

Ortiz Salazar, J. A. (2013). *Manual de gallina ponedoras*.

Palomar, m. (s. F.). Calidad del huevo, contenido en colesterol y perfil de ácidos grasos de la yema de gallinas ponedoras alimentadas con varios niveles dietéticos de ácidos grasos libres. *Avifeedscience*. [https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/8655_2022.%20trabajo%20completo%20wpc%202022%20\(palomar,%20m\).pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/8655_2022.%20trabajo%20completo%20wpc%202022%20(palomar,%20m).pdf)

Reyes, a., & galicia, m. (2011). Antioxidantes: la magia de lo natural. <https://typeset.io/pdf/antioxidantes-la-magia-de-lo-natural-124k9mde03.pdf>

Rodríguez mengod a. Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológica y convencional. Tesis de investigación (doctorado en ciencias químicas). España. Universitat politecnica de valencia. 2016. Disponible en: . <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71437/rodr%c3%8dquez%20%20tipificaci%c3%93n%20de%20la%20calidad%20del%20huevo%20de%20gallina%20ecol%c3%93gico%20y%20convencional...pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salguero Perdomo, R. A. (1995). *EVALUACION DE LA PRODUCCION TOTAL DE HUEVOS y SUS CARACTERISTICAS COMO EFECTO DE LA DIETA EN GALLINAS CRIOLLAS y MEJORADAS*.

- Santos, r., segura, j., & sarmiento, l. (2019). Calidad durante el almacenamiento de huevos de gallinas alimentadas con dietas con aceite de palma. Revista mvz córdoba, 24(3), 7297–7304. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1244>
- Stadelman wj, pratt de (1989) factors influencing composition of the hen's egg. World's poultry science 45: 247-266.
- Veterinaria digital s.a. (2023, 30 agosto). Huevo de gallina: el alimento más completo - avicultura. Veterinaria digital - avicultura, porcicultura, rumiantes y acuicultura. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/huevo-de-gallina-el-alimento-mas-completo/>
- Zamora, j. D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en la lucha por la salud. Revista chilena de nutrición. <https://www.redalyc.org/pdf/469/46934102.pdf>

13.- ANEXOS

Anexo 1: representación del procedimiento de conservación y liofilización de las muestras.

ACTIVIDAD	REPRESENTACION GRAFICA
Congelador: Congelación de muestras separadas a -80°C	
Proceso de liofilización	
Muestras liofilizadas	

Anexo 2: Tabla de valores de los resultados de los porcentajes de inhibición de las poblaciones de huevo, según la ecuación 1.

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE DPPH							
Absorbancia control de DPPH		0.7252					
		1er medicion a 0 minutos	2da medicion a 30 minutos				
Poblacion	ID	Absorbancia de muestra	Absorbancia de muestra	% de inhibición DPPH a 0 minutos	% de inhibición de DPPH a 30 minutos	Promedio a 0 minutos	Promedio a 30 minutos
MAXCANÚ	MXM1	0.7047	0.6496	2.826806398	10.42471042	9.367530796	21.17117117
	MXM2	0.6433	0.5383	11.29343629	25.77220077		
	MXM3	0.6238	0.5271	13.9823497	27.31660232		
KESTÉ	KEM1	0.6073	0.5415	16.25758411	25.33094319	15.50376908	25.29876816
	KEM2	0.6197	0.5412	14.54771098	25.37231109		
	KEM3	0.6113	0.5425	15.70601213	25.19305019		
COMERCIAL	CLM1	0.6425	0.5218	11.40375069	28.04743519	14.56150028	28.00147086
	CLM2	0.6128	0.5199	15.49917264	28.30943188		
	CLM3	0.6035	0.5247	16.7815775	27.6475455		
VILLAMADERO	VMM1	0.5764	0.5091	20.51847766	29.79867623	20.50009193	30.19856591
	VMM2	0.5879	0.5136	18.93270822	29.17815775		
	VMM3	0.5653	0.4959	22.04908991	31.61886376		