

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA



GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS

TRABAJO FIN DE GRADO

“ALIMENTACIÓN DE GALLINA MURCIANA CON PORTULACA OLERACEA EN FRESCO, PARA LA OBTENCIÓN DE HUEVOS ENRIQUECIDOS EN OMEGA-3 ”

DIRECTORAS DEL PROYECTO:

DÑA. ARANTXA AZNAR SAMPER
DÑA. M^a JOSÉ VICENTE COLOMER

ALUMNO:

DIEGO OSCAR MARTÍNEZ MARTÍNEZ

FECHA DE PRESENTACIÓN:

JULIO DE 2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis profesoras Dña. Arantxa Aznar Samper, Dña. M^a José Vicente Colomer, Dña. Eva Armero Ibáñez, Dña. Encarnación Conesa Gallego, y Dña. Asunción Iguaz Gaínza. Gracias por permitirme participar en este proyecto de investigación con el que he aprendido y me he adentrado en el mundo de la tecnología de los alimentos, pero sobre todo gracias por toda la ayuda que me habéis dado para poder llevarlo a cabo.

A mi compañera Paloma, por su ayuda y compañía, con la que sin su ayuda y colaboración hubiese sido prácticamente imposible realizar este Trabajo Fin de Grado.

Doy las gracias también a mi familia y amigos, que siempre están conmigo para celebrar los buenos momentos y ayudar a levantarme en los malos. Y en especial a esa persona que me ha acompañado día y noche, en los momentos malos y en los buenos, sin dejar de darme ánimo nunca, y siempre sonriente y cariñosa, muchas gracias Inmaculada Moreno.

RESUMEN

El estudio fue realizado en la granja de la Estación Experimental Agroalimentaria "Tomas Ferro" de la Universidad Politécnica de Cartagena, situada en el término municipal de la Palma en Cartagena, junto al polígono industrial de la Palma.

El objetivo del presente estudio ha sido la búsqueda de alternativas para el enriquecimiento nutricional de los productos de origen animal, en este caso de la producción de huevos de gallina murciana enriquecidos en ácidos grasos omega-3 mediante la inclusión en la dieta avícola de verdolaga fresca con altos contenidos en omega-3.

Se utilizaron 7 gallos y 35 gallinas en el grupo control y 8 gallos y 40 gallinas en el grupo experimental, de la raza Murciana, una raza autóctona en peligro de extinción. Todas las gallinas fueron alimentadas con pienso, pero en el caso del grupo experimental se incluyó durante 21 días un suplemento en la dieta avícola de verdolaga en fresco.

Al finalizar los 21 días, se recogieron los huevos de todas las gallinas, alimentadas con verdolaga y sin verdolaga, y se determinó en estos huevos el perfil de ácidos grasos, el color de la yema y de la clara, y se realizó un análisis organoléptico.

Los resultados de los análisis de ácidos grasos indicaron que los huevos procedentes de gallinas alimentadas con verdolaga fresca no mostraban incrementos en el contenido de ácidos grasos omega 3, ni variaciones significativas en el perfil de ácidos grasos respecto a los huevos de gallinas no alimentadas con verdolaga.

Por otro lado, no se han obtenido diferencias en los parámetros del color tanto de la yema como de la clara en los huevos de ambos tratamientos.

En cuanto al análisis organoléptico, más del 70% de los catadores han valorado de forma positiva todas las muestras de huevos para los diferentes parámetros analizados, pero sin diferencias entre ambos tratamientos.

INDICE GENERAL

<u>CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES</u>	PAG.6
1.1 ESTADO ACTUAL DEL TEMA	7
1.2 LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3	11
1.3 LA VERDOLAGA	12
1.4 EL HUEVO	15
1.4.1 PROCESO DE FORMACIÓN	15
1.4.2 ESTRUCTURA	17
1.4.2.1 LA CÁSCARA.....	18
1.4.2.2 LA CLARA O ALBUMEN	18
1.4.2.3 LA YEMA O VITELLO	19
1.4.2.4 COMPOSICIÓN	20
1.5 LA GALLINA MURCIANA	21
1.5.1 BASE ANIMAL. RAZA MURCIANA	21
1.5.2 ALIMENTACIÓN	24
1.5.3 NECESIDADES NUTRICIONALES.....	24
1.5.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AVIAR	25
1.5.5 DESCRIPCIÓN PRODUCTIVA.....	26
1.5.6 DESCRIPCIÓN FENOTÍPICA	27
<u>CAPÍTULO 2: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</u>	PAG.30
<u>CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS</u>	PAG.32
3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	32
3.2. MATERIALES Y EQUIPO.....	35
3.3. MANEJO EL EXPERIMENTO.....	36
3.4. CULTIVO DE VERDOLAGA	36
3.5. RECOGIDA DE HUEVOS Y ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS.....	37
3.5. COLOR Y ANÁLISIS SENSORIAL.....	40
<u>CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	PAG.42
4.1. COTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS.....	43
4.2. MEDIDA DEL COLOR DE LA CLARA Y DE LA YEMA DEL HUEVO	49
4.3. ANALISIS ORGANOLÉPTICO.....	52
<u>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES</u>	PAG.58

CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA..... PAG.60

CAPÍTULO 8: ANEXOS..... PAG.64

ANEXO I: HOJA DE VALORACIÓN DE CATA DE HUEVOS	65
ANEXO II: EJEMPLO RESULTADOS ANÁLISIS CROMATOGRÁFICOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS.....	66
ANEXO III: RESULTADOS ANOVAS DE LOS ÁCIDOS GRASOS	68
ANEXO IV: RESULTADOS ANOVAS DEL COLOR	71

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Es un hecho que el consumidor cada vez está tomando más conciencia de que la alimentación es clave para envejecer con calidad de vida y demanda no sólo alimentarse bien, sino que además quiere que el alimento tenga un beneficio sobre su salud.

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón. En los años 80, las autoridades sanitarias japonesas se dieron cuenta de que para controlar los gastos sanitarios, generados por la mayor esperanza de vida de la población anciana, había que garantizar también una mejor calidad de vida. Se introdujo un nuevo concepto de alimentos, que se desarrollaron específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Así, mientras que los consumidores europeos están comenzando a acostumbrarse a este tipo de alimento novedoso, los ciudadanos japoneses llevan décadas consumiendo estos productos y mostrando interés por la prevención sanitaria. Fue a mediados de la década de los 90 cuando, debido al creciente interés en el concepto de los "Alimentos Funcionales" y en las "Alegaciones de Salud", la Unión Europea creó una Comisión Europea de Acción Concertada sobre Bromatología Funcional en Europa (Functional Food Science in Europe, FUFOSSE). El programa fue coordinado por el Instituto Internacional de Ciencias Biológicas (International Life Sciences Institute (ILSI) Europe), y su objetivo fue desarrollar y establecer un enfoque científico sobre las pruebas que se necesitan para respaldar el desarrollo de productos alimenticios que puedan tener un efecto beneficioso sobre una función fisiológica del cuerpo y mejorar el estado de salud y bienestar de un individuo y/o reducir el riesgo de que desarrolle enfermedades. El documento definitivo (Bellisle et al., 1998) defendía que los alimentos funcionales deberían presentarse en forma de alimentos normales, y que se deberían demostrar sus efectos en las cantidades que normalmente se consumiesen en la dieta.

El primer documento de consenso sobre conceptos científicos en relación con los alimentos funcionales fue elaborado en 1999, según el cual un alimento funcional es aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable (Diplock et al., 1999).

Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, la UFOSE destaca los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, los alimentos a los que se han añadido sustancias biológicamente activas, como los fitoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos (Diplock et al., 1999). No obstante, para garantizar un alto nivel de protección a los consumidores frente a la publicidad de los alimentos que no tuvieran fundamento, o que no fuesen veraces, en enero de 2007 entró en vigor en la Unión Europea el Reglamento de Alegaciones Nutricionales y Propiedades saludables de los Alimentos (Reglamento EU 1924/2006), que exige la demostración científica de los efectos saludables de la ingesta de un determinado producto para poder publicitarlo.

Como indica Simopoulos (2002), las poblaciones actuales han incorporado mayor cantidad de calorías a la dieta y menos gasto de éstas, más ácidos grasos trans, grasas saturadas y más ácidos grasos n-6, frente a un menor consumo de ácidos grasos n-3 y menos hidratos de carbono ya sea fibra o frutas y hortalizas. Paralelamente ha habido una disminución en la ingesta de proteínas, antioxidantes y calcio. En este panorama también la relación de ácidos grasos n-6: n-3 ha perdido su equilibrio porque el consumo de omega-6 ha aumentado y no corresponde a esta proporción que se recomienda desde el punto de vista nutricional.

Las familias omega-3 y omega-6 representan dos cadenas paralelas y no comunicantes de ácidos grasos altamente insaturados por el organismo que se denominan HUFA, del término inglés "Highly unsaturated Fatty Acids". La identificación de las estructuras de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 se realiza de acuerdo con la ubicación del primer doble enlace a partir del metilo terminal (CH₃). En los primeros, este doble enlace se observa en el carbono 3 (C3-C4), mientras que en los segundos el primer doble enlace se encuentra en el carbono 6 (C6-C7). Los HUFA son los grandes precursores de una serie de mensajeros químicos conocidos como eicosanoides. Estas sustancias actúan en nuestro organismo a la manera de hormonas. Los eicosanoides generalmente se sintetizan para responder a las señales intermitentes de las células. La intensidad de la respuesta, una vez iniciada, se verá limitada por la proporción de los precursores (omega-3 y omega-6) y de los inhibidores presentes en los tejidos (Liu et al., 2001).

De estos ácidos grasos, el linoleico (LA C18:2 n-6) y α -linolénico (ALA C18:3 n-3) son considerados indispensables ya que no pueden ser biosintetizados en el organismo humano, de ahí la importancia de incluirlos en la dieta. Si estos se suministran, el cuerpo humano puede sintetizar el resto de ácidos grasos que necesita. Ambas clases de ácidos grasos esenciales siguen vías metabólicas distintas y cumplen funciones fisiológicas opuestas: antiinflamatoria y antiagregante en el caso de los omega-3 y proinflamatoria y proagregante en el de los omega-6. Por esta razón, es importante alcanzar el equilibrio entre ambos ácidos grasos. Un buen equilibrio en el aporte de ácidos grasos esenciales, y el aporte significativo de grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas retarda la aparición de lesiones arterioesclerosas. Entre las varias capacidades de los ácidos omega-3 y las grasas insaturadas se cuenta con corregir el perfil de colesterol, favoreciendo que haya más colesterol bueno (HDL). También promueve que las partículas de LDL sean menos dañinas (Coronado Herrera et al., 2006).

Una de las recomendaciones contempladas en el Libro Blanco de la Nutrición Española (FEN, 2013) a la hora de fortificar y enriquecer alimentos, es que el alimento en cuestión sea consumido en cantidades suficientes por la población, de forma que suponga una contribución importante, y que la dosis del ingrediente añadido sea efectiva en esta cantidad (Del Pozo et al., 2013). Entre los hábitos de consumo de la población española destaca el amplio consumo de huevos en los hogares españoles.

Así, en los datos de consumo alimentario ofrecidos por el MAGRAMA en 2013, del total gastado por los hogares españoles en la cesta de la compra (69.225 M€) el

1,3% correspondió a la compra de huevos, representando en volumen (Kg/Lts) el 1,3% del volumen total de productos incluidos en la cesta de la compra.

Por otro lado, en el análisis de la evolución del consumo durante el periodo 2012-2013 se ha observado un crecimiento en el consumo de los alimentos básicos, resultado sin duda de la grave crisis económica que está atravesando España, siendo el huevo el producto que ha experimentado un mayor aumento en consumo. En la nueva "Pirámide de la dieta Mediterránea" fruto del consenso internacional (Martínez de Victoria y Ros, 2013), se establece un consumo semanal de huevos de entre 2-4 raciones a la semana (una ración de huevos equivale a unos 100-125 g con cáscara y en peso neto -parte comestible-, serían dos huevos de tamaño mediano, 53-63 g). La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria en sus Guías Alimentarias para la Población Española (SENC, 2001) indica que «para un niño, persona de tamaño pequeño, o mediano, o inactiva, podría ser conveniente un consumo de tres a cuatro huevos por semana, mientras que una persona corpulenta, o físicamente activa, podría consumir hasta 7 huevos por semana» en el contexto de una dieta variada y equilibrada (Serra y Aranceta, 2001).

Todo esto, unido al creciente interés del consumidor por una dieta saludable, proporciona a la industria del huevo y de los ovoproductos nuevas oportunidades para la producción y mercado de huevos modificados, por los cuales el consumidor estaría dispuesto a pagar un sobrecoste (Patterson et al., 2001). De hecho, la producción de huevos enriquecidos con ácidos grasos omega-3 ha demostrado ser viable, se ha aumentado el contenido de ácidos grasos n-3 en la yema y disminuido la relación n-6:n-3, y se ha convertido en una estrategia de éxito para garantizar un suministro adecuado a la población de PUFA n-3, sobre todo cuando el consumo de productos del mar es relativamente bajo (Ebeid, 2011). Cuando se consumen por los humanos, los ácidos grasos n-3 derivados de los huevos enriquecidos son biodisponibles, incorporándose en la sangre a los fosfolípidos de las membranas plaquetarias (Ferrier et al., 1995).

Existen varios trabajos enfocados al enriquecimiento de los alimentos (tanto huevos como carne) en ácidos grasos n-3 a partir de la inclusión de materias primas ricas en n-3 (aceites de pescado, crustáceos, semillas de lino y de girasol, algas) en las raciones de los animales (Baucells et al., 2000; Howe et al., 2007; Azcona et al., 2008; Ebeid et al., 2008; Betancourt et al., 2009; Ebeid, 2011). Si bien hasta ahora las materias primas que se han utilizado principalmente han sido de origen de pescado, con el problema de conferir después al producto un cierto sabor a pescado, o bien de origen vegetal (semillas) con bajo contenido proteico. Las algas, que según la especie pueden tener un alto valor nutricional, presentan en la actualidad el inconveniente de su alto coste.

Por todo ello, la incorporación de especies silvestres como *Portulaca oleracea* (verdolaga) se plantea como una alternativa a dichas materias primas, ya que es una especie vegetal con alto contenido en ácidos grasos omega-3 y además alto porcentaje de proteína. En verdolaga, su elevado contenido en proteínas (hasta el 22-25%, comparable a otros tipos de cultivos para el forraje u hortícolas tradicionalmente usados como fuente de proteínas) permite proponer la especie como alimento de alto

valor nutricional, ya sea para el consumo humano o animal (Ezekwe, et al., 1999). De hecho, se pueden encontrar estudios en gallina criolla (Ángeles-Coronado et al., 2013) o conejo blanco neozelandés (Abaza et al., 2010) en los que esta especie silvestre se incorpora a la dieta con resultados exitosos. Por otra parte, se trata de una especie silvestre muy resistente a plagas y enfermedades, lo que la hace ideal en sistemas de producción ecológicos, a la vez que se contribuye al mantenimiento de la biodiversidad.

Hay dos trabajos en los que se ha incluido verdolaga deshidratada en la ración de gallinas ponedoras (Zotte et al., 2005; Aydin y Dogan, 2010). En ambos trabajos observaron un descenso del contenido en ácidos grasos saturados y un aumento de los ácidos grasos poliinsaturados LA (18:2 n-6), LNA (18:3 n-3) y DHA (22:6 n-3), y se reducía el ratio n-6:n-3, si bien aunque disminuía el nivel de colesterol no lo hacía de forma significativa respecto a la alimentación control. No obstante, dado que en sendos trabajos sólo se llega a un nivel de inclusión de verdolaga del 20%, sería muy interesante estudiar el efecto de mayores niveles de inclusión en el perfil de ácidos grasos y nivel de colesterol. Por otra parte, no hay estudios acerca de la ingestión voluntaria por parte de las gallinas de verdolaga en fresco y su efecto en el enriquecimiento de los huevos, de cara a su posible aplicación en producciones alternativas extensivas, como son gallinas en pastoreo o en producciones integradas o ecológicas, muy bien valoradas por los consumidores.

1.2 LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3

Las grasas son unas de las mayores reservas de energía, estas son de alta utilidad para el organismo. Y deben de estar presentes en el cuerpo en cantidades apropiadas. Los componentes básicos de las grasas son los ácidos grasos, entre ellos existe una variedad de sustancias que se conocen como omega 3 y 6.

Los ácidos grasos omega-3 son ácidos grasos esenciales, del grupo poliinsaturados que tienen una definida acción antiaterógena (no se adhieren a las paredes de arterias y venas), intervienen en los procesos de inflamación y muestran asimismo una acción antiagregante plaquetaria y vasodilatadora. Se ha demostrado experimentalmente que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con omega-3 la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja. Previene de una gran variedad de problemas de salud, como afecciones cardíacas, cáncer y artritis. Algunas experiencias sugieren también que el consumo de omega-3 tiene efectos beneficiosos sobre el cerebro.

Las investigaciones científicas han demostrado que, en las zonas geográficas donde estos ácidos se encuentran, presentes en la alimentación cotidiana, las enfermedades cardiovasculares son apenas existentes. El análisis de la alimentación de esas zonas llevó a la conclusión de que los elementos en común de esas dietas regionales, los ácidos grasos Omega 3 y 6, son los responsables de tales virtudes.

Durante mucho tiempo, los huevos de gallina fueron considerados grandes enemigos de la alimentación saludable como una gran fuente de colesterol. Pero, estudios más recientes de especialistas en Nutrición Humana revelan que el colesterol (consumido vía dieta) tiene una influencia del 5% sobre la elevación del colesterol total del organismo de las personas.

Los consumidores pueden contar con este beneficio, incorporando en su alimentación los huevos que presenten elevados niveles de ácido graso poliinsaturado Omega 3 y de Vitamina E, que ayudan a controlar el colesterol malo en la sangre y previenen el envejecimiento precoz, respectivamente. Las fuentes más ricas en Omega-3 son los peces de agua fría, incluyendo el salmón, que supuestamente tendría el más bajo nivel de contaminación. Hay otras fuentes importantes como los pescados azules, entre estos la sardina.

Las mejores alternativas en el mundo vegetal son la chía o salvia hispánica, el lino y las semillas de calabaza. Hay otras fuentes de omega-3 que no resultan igualmente útiles por tener también mucho omega-6, como las nueces o el aceite de colza.

1.3 LA VERDOLAGA

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una planta de la familia *Portulacaceae*. Es nativa de India y del Oriente Medio, en algunas regiones es considerada maleza, y hay evidencia que la especie vivía en la región del lago Crawford (Ontario) en 1430-89.

Tiene tallos lisos, rojizos, mayormente postrados; hojas alternas en conjuntos en el tallo y en su extremo. Las flores amarillas, sésiles, tienen cinco partes regulares y 6 mm de ancho. Florece a fines de primavera, y continúa hasta mediados del otoño. Las flores abren solas en el centro del manojito de hojas por pocas horas en mañanas soleadas. Las semillas son pequeñas vainas, que abren cuando la simiente está lista. Presenta una raíz primaria con raíces fibrosas secundarias y tolera suelo pobre, compactado, y con sequía. La descripción se puede observar en la Imagen 1.

La verdolaga es una especie estival y de ciclo anual, con consistencia herbácea y porte rastrero o ligeramente ascendente. Aunque se sigue viendo como una mala hierba en muchas partes del mundo, también es cultivada comercialmente en muchas otras, incluyendo países mediterráneos, Asia y oriente medio (Kay y Silva Dias, 1995), para su consumo como verdura. Tiene un sabor algo ácido y salado y es muy usado en Europa y en Asia. Puede consumirse fresca como ensalada, o cocinada como espinaca, y debido a su calidad de mucílago, es buena para sopas y salsas. La verdolaga es ampliamente consumida en países del Mediterráneo como Grecia y el Líbano, donde la incidencia de las enfermedades cardiovasculares es muy baja. También es cultivada en Gran Bretaña, Holanda y otros países europeos, de hecho existen algunas variedades como "Golden Gerber" "Garden" (Holanda) y "Golden" (Inglaterra). En los Estados Unidos, es un cultivo minoritario debido a su uso en cocina étnica y a sus conocidos beneficios saludables.

La especie vegetal seleccionada, sobre la que centraríamos nuestro estudio, presenta una elevada riqueza en numerosos compuestos nutricionales y bioactivos. La concentración de LNA en las hojas de verdolaga supera a la encontrada en hojas de espinacas, mostaza y lechuga (Simopoulos et al., 1992), cien gramos de hojas frescas de verdolaga pueden aportar 300-400 mg de LNA, e incluso puede superar el de algunas especies pesqueras. Estudios realizados en Australia con variedades de verdolaga cultivadas y silvestres han puesto de manifiesto un contenido total de ácidos grasos en hojas cercano al 1,5-2,5 mg.g⁻¹ de peso fresco, de los cuales cerca del 60% se encuentra representado por LNA; en los tallos el contenido en ácidos grasos es bastante inferior, mientras en las semillas es notablemente superior, hasta 80 mg.g⁻¹ de peso fresco, de los cuales el 30-40% está representado por LNA (Omara-Alwala et al., 1991; Liu et al., 2000). Por otro lado, las características genéticas, la época de cultivo y el momento de

la recolección también pueden influir en la composición química de la planta (Ezekwe et al., 1999; Palaniswamy et al., 2000; Palaniswamy et al., 2001). Además, en esta especie silvestre se tiene una alta riqueza en compuestos antioxidantes (con propiedades anticancerígenas) como: monoterpenos, alfa-tocoferoles, polifenoles, flavonoides, ácido ascórbico, beta-carotenos, glutatión, ácido fólico, aminoácidos esenciales, etc. (Palaniswamy et al., 2001; Alarcón et al., 2006), actualmente considerados de enorme importancia dietética.

Presenta dos tipos de pigmentos alcaloides betalainas: el betacianina rojizo (visible en la coloración de los tallos) y el betaxantina amarilla (en sus flores y el ligero amarillento de sus hojas). Ambos tipos de pigmentos son potentes antioxidantes y poseerían propiedades antimutagénicas en estudios de laboratorio.

TABLA 1: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE VERDOLAGA

PROTEINA	1,8%
GRASA	0,5%
HIDRATOS DE CARBONO	6,5 %
CENIZAS	2,2 %

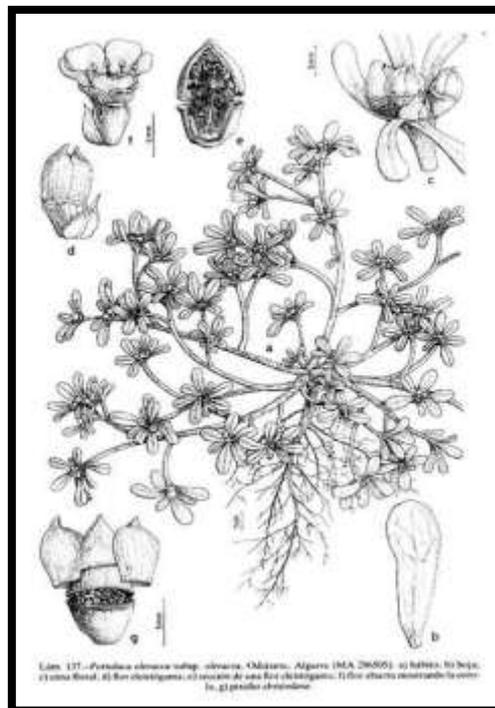


IMAGEN 1: PORTULACA OLERACEA (Flora Ibérica),
Real Jardín Botánico

Dentro de esta especie se distinguen cinco subespecies (oleracea, papillato-stellulata, stellata, granulato-stellulata y nitida), atendiendo al tamaño de las semillas y a la estructura de la testa, siendo la subespecie oleracea la más extendida. No obstante, actualmente conviven en las mismas poblaciones silvestres individuos pertenecientes a distintas subespecies. De hecho, el reconocimiento de estas subespecies es algo cuestionable, aceptándose la existencia de un único complejo *P. oleracea* con diversas variedades, entre las que se incluyen: variedad oleracea, generalmente extendida como mala hierba; y variedad sativa (Haw.) Celak, cultivada como hortaliza, de porte mayor y erecto.

Como planta medicinal se han descrito alrededor de 60 indicaciones medicinales para las que se utilizan todas las partes de la planta: desde las raíces hasta los tallos, desde las hojas hasta las semillas (Duke, 2002). A pesar de su elevado valor nutritivo, su aceptación como hortaliza de hoja puede ser limitado debido a la acumulación de ácido oxálico (Palaniswamy et al., 2004), pudiendo resultar perjudicial en personas propensas a la formación de cálculos renales. No obstante, la cantidad de ácido oxálico, como de ácido α -linolénico, varía según las condiciones de cultivo, así como con la edad de la planta.

En rasgos generales, el cultivo no presenta ninguna dificultad técnica. Se desarrolla rápidamente en ambientes cálidos y su mayor enemigo son las bajas temperaturas y las malas hierbas. Las enfermedades y plagas no parecen constituir limitaciones importantes (Cros, 2007). En zonas templadas puede cultivarse en invernadero sin calefacción. Las plántulas se cosechan cuando se han formado 4 ó 5 hojas, lo que con temperaturas apropiadas se consigue en 20 días. Es posible cubrir un periodo amplio de producción efectuando siembras escalonadas (Hernández y León, 1994). Se adapta bien a terrenos pobres y secos, pero es necesario asegurar suficiente humedad en el terreno durante la fase de germinación y nascencia (Cros, 2007).

1.4 EL HUEVO

1.4.1 PROCESO DE FORMACIÓN

El huevo es un alimento de origen animal con grandes propiedades nutricionales y culinarias. Éste se forma a partir de un óvulo de gallina (la yema), que se recubre de material nutritivo y de protección (clara y cáscara) antes de la puesta.

La gallina ovula cada 26 horas aproximadamente, lo que significa que produce casi un huevo al día desde su madurez sexual (alrededor de las 20 semanas de vida). La gallina no necesita estar fecundada para producir huevos, y por ello en las granjas de ponedoras no hay gallos. La gallina produce un huevo cada 24-26 horas, independientemente de que estos sean o no fecundados por un gallo.

El proceso de formación es complejo y comprende desde la ovulación hasta la puesta del huevo. Para que el huevo cumpla los requisitos de calidad, los numerosos componentes que lo integran deben ser sintetizados correctamente y deben disponerse en la secuencia, cantidad y orientación adecuada. El éxito de este proceso de formación del huevo se basa en que las gallinas sean alimentadas con nutrientes de alta calidad y mantenidas en situación de confort ambiental y óptimo estado sanitario.

El huevo es esencial en el proceso de reproducción. La gallina inicia la puesta de huevos hacia las 20 semanas de vida, tras un período de crecimiento y desarrollo adecuados que le permiten alcanzar la madurez sexual. El aparato reproductor de la hembra está formado por ovario y oviducto, resultando funcionales únicamente los izquierdos.

El ovario de la gallina contiene más de 4000 óvulos microscópicos. De ellos, solo un reducido número llegará a desarrollarse y constituir una yema. La yema se desarrolla a partir de un óvulo rodeado por una membrana folicular muy vascularizada. La ovulación es el momento en el que la yema de mayor tamaño se libera del ovario, mediante la ruptura de la membrana folicular, y es depositada en el infundíbulo, primera estructura del oviducto.

El oviducto se presenta como un tubo de unos 60 a 70 cm de largo y con cinco secciones: infundíbulo, magno, istmo, útero o glándula cascarógena y cloaca. El infundíbulo es la entrada del oviducto, el lugar donde la yema o vitelo es capturada tras la ovulación. Tiene forma de embudo y la yema lo atraviesa en unos 15-30 minutos. Aquí se forman las dos capas más externas de la membrana vitelina, que representan 2/3 partes del total y juegan un papel muy importante en la protección de la yema,

evitando la entrada de agua desde la clara. Además, el infundíbulo es el lugar donde se puede producir la posible fertilización del huevo.

El magno es la sección más larga del oviducto y presenta distintos tipos de células que sintetizan las proteínas que se irán depositando durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso. El magno, complementariamente con el útero, es responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema. Cuando el huevo sale del magno, el albumen presenta un aspecto gelatinoso denso ya que solo contiene un 50% del agua, alrededor de 15 g. El proceso de hidratación y estructuración del albumen acaba en el útero; es decir, su función es determinante en la calidad interna del huevo.

Al llegar al istmo el albumen empieza a rodearse de las dos membranas testáceas. En el útero o glándula cascarógena se produce una rotación del huevo dando lugar a la torsión de las fibras proteicas del albumen denso, formándose las chalazas, que sostienen centrada la yema. Por lo tanto, el útero, complementariamente al magno, es el responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema. El huevo permanece en el útero de 18 a 22 horas y se produce la formación de la cáscara.

Una vez formado el huevo se producirá la expulsión a través de la cloaca o vagina. El huevo sale con fuerza gracias a las contracciones de la musculatura lisa que rodea a la mucosa. En algunas gallinas, 1 hora antes de la ovoposición, el huevo gira 180 °C y sale primero la parte roma.

La puesta de huevos suele producirse entre las 7 y las 11 de la mañana. La ovulación puede iniciarse de 15 a 30 minutos después de que haya sido puesto el huevo anterior. (huevo.org.es con colaboración de ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente).

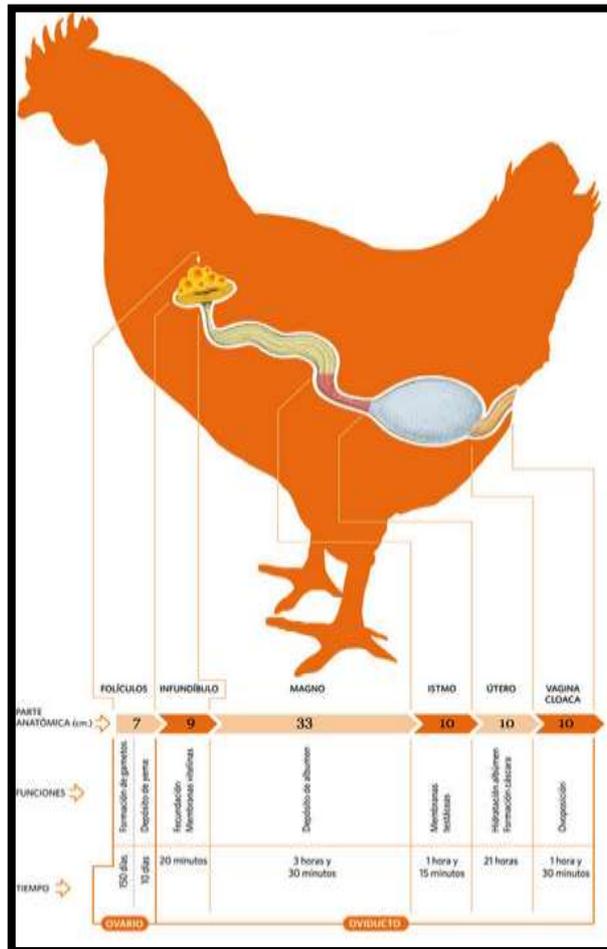


IMAGEN 2: ESQUEMA DE FORMACIÓN DEL HUEVO EN GALLINA
(www.huevo.org.es)

1.4.2 ESTRUCTURA

La estructura del huevo está diseñada por la naturaleza para dar protección y mantener al embrión del que surgiría el pollito después de la eclosión. Su contenido es de enorme valor nutritivo, capaz por sí mismo de dar origen a un nuevo ser vivo. Por esta razón, el huevo se encuentra protegido de la contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido.

En el huevo se distinguen sus partes: la cáscara, la clara o albúmen y la yema, separadas entre sí por medio de membranas que mantienen su integridad. Es importante tener en cuenta la estructura del huevo para comprender cómo debe ser manipulado con el fin de garantizar la máxima calidad y seguridad de este alimento.

El peso medio de un huevo está en torno a los 60 g, de los cuales aproximadamente la clara representa el 60%, la yema el 30% y la cáscara, junto a las membranas, el 10% del total. (Instituto de estudios del huevo. 2009- Editorial Everest).

1.4.2.1 LA CÁSCARA

La cáscara es la cubierta exterior del huevo y tiene gran importancia, ya que mantiene su integridad física y actúa como barrera bacteriológica. Está constituida, en su mayor parte, por una matriz cálcica con un entramado orgánico, en el que el calcio es el elemento más abundante y de mayor importancia. También se encuentran en su composición otros minerales como sodio, magnesio, cinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro, en menores concentraciones.

La cáscara está atravesada por numerosos poros que forman túneles entre los cristales minerales y permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior. Su número varía entre 7 000 y 15 000. Son especialmente numerosos en la zona del polo ancho del huevo, donde aparece la cámara de aire.

El color de la cáscara, que puede ser blanco o marrón según la raza de la gallina, depende de la concentración de pigmentos, denominados porfirinas, depositados en la matriz cálcica y no afecta a la calidad, ni a las propiedades nutritivas del huevo. Los diferentes niveles de coloración dependen del estado individual de la gallina. La alimentación o el sistema de cría no influyen en el color de la cáscara blanco o moreno, y tampoco en su intensidad. (Instituto de estudios del huevo. 2009- Editorial Everest).

1.4.2.2 LA CLARA O ALBUMEN

En la clara se distinguen dos partes según su densidad: el albumen denso y el fluido.

El albumen denso rodea a la yema y es la principal fuente de riboflavina y de proteína del huevo. El albumen fluido es el más próximo a la cáscara. Cuando se casca un huevo fresco se puede ver la diferencia entre ambos, porque el denso rodea la yema y esta flota centrada sobre él. A medida que el huevo pierde frescura, el albumen denso es menos consistente y termina por confundirse con el fluido, quedando finalmente la clara muy líquida y sin apenas consistencia a la vista.

La clara o albumen está compuesta básicamente por agua (88%) y proteínas (cerca del 12%). La proteína más importante, no solo en términos cuantitativos (54% del total proteico), es la ovoalbúmina, cuyas propiedades son de especial interés tanto desde el punto de vista nutritivo como culinario. La calidad del albumen se relaciona con su fluidez y se puede valorar a través de la altura de su densa capa externa.

La riqueza en aminoácidos esenciales de la proteína de la clara del huevo y el equilibrio entre ellos hacen que sea considerada de referencia para valorar la calidad de las proteínas procedentes de otros alimentos. En la clara se encuentran algo más de la mitad de las proteínas del huevo y está exenta de lípidos. Las vitaminas B2 y niacina están en mayor cantidad en la clara que en la yema.

La clara es transparente, aunque en ocasiones pueda presentar alguna «nube» blanquecina que no supone ningún problema para su consumo y suele estar relacionada con la frescura del huevo. (Instituto de estudios del huevo. 2009- Editorial Everest).

1.4.2.3 LA YEMA O VITELLO

La yema es la parte central y anaranjada del huevo. Está rodeada de la membrana vitelina, que da la forma a la yema y permite que esta se mantenga separada de la clara o albumen. Cuando se rompe esta membrana, la yema se desparrama y se mezcla con la clara.

En la yema se encuentran las principales vitaminas, lípidos y minerales del huevo y por ello es la parte nutricionalmente más valiosa. Su contenido en agua es de aproximadamente el 50%.

Los sólidos o materia seca se reparten equitativamente entre proteínas y lípidos, quedando una fracción pequeña para vitaminas, minerales y carotenoides. Estos últimos son compuestos de efecto antioxidante y los responsables del color amarillo, que varía en tono e intensidad en función de la alimentación de la gallina. El color de la yema tiene interés comercial, por lo que puede medirse con colorímetros. En su interior se encuentra el disco germinal o blastodisco, que es un pequeño disco claro en la superficie de la yema, lugar en el que se inicia la división de las células embrionarias cuando el huevo está fecundado.

Ocasionalmente pueden encontrarse huevos con dos yemas. Esto es debido a que la gallina produce en una misma ovulación dos óvulos en lugar de uno, que es lo corriente. Este accidente fisiológico es más común en las aves al principio del período de puesta. (Instituto de estudios del huevo. 2009- Editorial Everest).

Las manchas de color rojizo o marrón que a veces aparecen en el interior del huevo no deben confundirse con el desarrollo embrionario, sino que son simplemente células epiteliales procedentes del oviducto que se han desprendido al formarse el huevo y que no presentan problema alguno para su consumo.

1.4.2.4 COMPOSICIÓN

TABLA 2: COMPOSICIÓN DE HUEVO DE GALLINA
(OVOPRO.2006)

Huevo de gallina	De 60 g tipo comercial
Agua	45,1 g
Energía	96 kcal
Proteínas totales	7,6 g
Hidratos de carbono	0,4 g
Lípidos totales	7,2 g
Ácidos grasos saturados	2 g
Ácidos grasos monoinsaturados	2,9 g
Ácidos grasos poliinsaturados	1,1 g
Colesterol	246 mg
Calcio	33,7 mg
Magnesio	7,2 mg
Hierro	1,3 mg
Ácido Fólico	30,7 mg
Vitamina B12	1,2 mg
Vitamina A	136 mg
Vitamina D3	1,1 mg
Vitamina E	1,2 mg

1.5 LA GALLINA MURCIA

1.5.1 BASE ANIMAL. RAZA MURCIANA

Esta raza fue creada por Zacarías Salazar y Mouliá, director de la Estación Pecuaria Central, aneja al Instituto de Investigaciones Agronómicas y Forestales, antiguo Instituto Agrícola de Alfonso XII, en La Moncloa, Madrid. Esta labor se logró a base de recoger aves en los parajes avícolas de la vega murciana. Dicha gallina era buena ponedora de huevo grande y blanco o algo sonrosado, pero también apreciada por su carne, de notable precocidad y con buen emplume. Tras tres generaciones de selección se logró aumentar razonablemente su puesta de huevos en comparación con la obtenida en su zona de origen.

La raza de gallina Murcia surge como consecuencia de la preocupación de abastecimiento casero de alimentos de buena calidad, procedentes de animales muy adaptados al entorno huertano, donde las gallinas se alimentaban con lo que encontraban sobre el terreno, con las sobras de la casa y, en el mejor de los casos, con cereales. Las gallinas estaban ubicadas en corrales familiares, constando el conjunto de la volatería de unas pocas aves de varias especies. Estos criadores retenían los ejemplares más adaptados en un proceso selectivo muy eficaz obteniéndose productos genuinos muy diferenciados en la calidad de los que se produjeron más tarde en los sistemas intensivos donde lo que predominó fue la cantidad.

Esta gallina tradicionalmente explotada en la Región de Murcia es una raza de poco peso, notable precocidad y en su momento fue utilizada en una doble aptitud productiva carne/huevos, siendo considerada como de tipo mediterráneo.

En la actualidad esta raza se encuentra en manos de los agricultores que habitan el medio rural donde existe costumbre de tener un grupo de gallinas que aporten a la cocina unos nutrientes diferentes a los adquiridos en los lugares actuales de abastecimiento, estando dispuestos a colaborar en la recuperación de los recursos genéticos animales mediante el consumo de los excedentes en forma de ovoproductos o de carne alternativa como es el caso de los gallos corraleros o de los capones.

Estos animales se adaptan bien a las situaciones medioambientales adversas, donde otros no tienen posibilidades de subsistir. Por todo ello es muy posible que el número de criadores de gallina Murciana aumente en los próximos años.

Actualmente se encuentra en peligro de extinción, y el censo de los últimos años se muestra en la tabla 3. (Asociación de criadores de gallina murciana. Gallinamurciana.org)

TABLA 3: CENSO DE ULTIMOS AÑOS DE GALLINA MURCIANA (FUENTE FAO)

AÑO	NÚMERO DE GALLINAS
2009	315
2010	800
2011	840
2012	740

El macho de gallina Murciana se caracteriza por tener las orejillas de color blanco, cresta sencilla y grande, el manto de color blanco plateado y el resto del plumaje negro con alguna pluma de tonalidad amarillenta. (Imagen 3 Y 4 aspecto de gallo y gallina).

La raza presenta dimorfismo sexual ya que la gallina es de una coloración muy diferente al gallo. Sus plumas son de color blanco y salmón, mientras que las plumas de la cola son muy oscuras. La cresta y barbillas son también de color rojo. (Imagen 3 y 4 aspecto de gallina)



IMAGEN 3: IMAGEN DE GALLO Y GALLINA MURCIANA

(JOOMLA-ADDONS.2006, gallinamurciana.org)



IMAGEN 4. EJEMPLOS DE GALLOS PECHINEGROS Y CON LA ESCLAVINA DE COLOR CLARO (A, C) Y GALLINAS TRIGUEÑAS (B, D) DE LA RAZA MURCIANA. OROZCO

Cabe destacar que dentro de la UPCT, el grupo de Producción Animal de la Escuela de Ingeniería Agronómica, comenzó en el 2010 un proyecto para la recuperación de esta raza autóctona debido a que esta raza constituye un recurso genético que forma parte de nuestra biodiversidad. En dicho esta escuela se basó en una serie de motivos a favor de la protección de los recursos genéticos animales, los cuales son;

1. Forman parte de nuestro patrimonio cultural.
2. Dada su rusticidad, son muy interesantes para producciones alternativas que incluyen forrajes en su alimentación, con la finalidad de obtener productos de calidad.
3. Contribuyen a pequeña escala en la economía familiar.
4. Resultan a su vez en modo de entretenimiento, especialmente para las personas de tercera edad.

El proyecto de la UPCT, “Constitución y Caracterización de un Núcleo de Gallina Murciana en la ESEA enmarcado dentro del Programa de Conservación de la Raza” comenzó en 2010 con 3 gallinas y 2 gallos. Se hicieron adquisiciones de huevos de distintos orígenes, de ganaderos de la zona de Lorca, de la Huerta de Murcia, incluso de Valencia. Se fueron reproduciendo y seleccionando y en la actualidad el núcleo cuenta con 60-70 gallinas y 15 gallos.

1.5.2 ALIMENTACIÓN

La alimentación debe de estar destinada a cubrir las necesidades de los animales, garantizando la calidad de la producción e intentando no incrementarla hasta el máximo. Se debe de intentar satisfacer los requisitos nutritivos de los animales en cada fase de su desarrollo.

Las gallinas y gallos buscan alimento de forma instintiva, ya que se considera una actividad vital de este tipo de animales, estas aves no disponen de dientes por lo que cuentan con músculos en su estómago para poder digerir el alimento que toman. En el caso de que se les proporcionen grano entero por las zonas en las que los animales salen a buscarlo, deben de tener acceso a pequeñas piedras para ayudarles a digerirlo. (FAO).

1.5.3 NECESIDADES NUTRICIONALES

Las proteínas son esenciales en el desarrollo del cuerpo y favorecen al desarrollo de los músculos. Son el principales constituyente de órganos y tejidos, las cuales son necesarias para su crecimiento. Estas intervienen en la formación de hormonas, proteínas, enzimas y otras sustancias importantes.

Los hidratos de carbono son la fuente inmediata de energía. Se almacenan en forma de glucógeno en el hígado y los músculos. Sirven de sustrato para formar las grasas. La mayoría de las semillas aportan una buena cantidad de hidratos de carbono.

Los lípidos actúan como fuente y reserva energética, además son transportadores de nutrientes (vitaminas A, D y E), constituyentes de estructuras celulares, precursores de moléculas activas y participan en innumerables reacciones metabólicas.

Las vitaminas se necesitan en pequeñas cantidades. Son esenciales para el desarrollo de los tejidos, participan en las reacciones metabólicas y colaboran en el aprovechamiento de la dieta.

Los minerales y oligoelementos son compuestos inorgánicos esenciales y necesarios en pequeñas cantidades. Cumplen funciones estructurales; dan rigidez al esqueleto, cascara del huevo, e intervienen en funciones sanguíneas y reacciones metabólicas. Estos son necesarios administrarlos en dieta, ya que no son sintetizados por el animal. Estos se requieren para un óptimo crecimiento, mantenimiento y puesta de huevos con calcio, fósforo, magnesio, cloro, sodio, manganeso, cinc, hierro, selenio y yodo. (FAO).

1.5.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AVIAR

La raza Murciana en ganadería semiextensiva sigue un modelo de explotación de las ponedoras comerciales se realiza en sistemas de producción intensivos regulados por el Real Decreto 3/2002 del 11 de enero donde se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras. En este real decreto se establecen los requisitos mínimos para la cría de gallinas ponedoras tanto en jaulas acondicionadas y como en sistemas alternativos.

En el caso de la UPCT, no se está realizando producción ecológica, pero sus condiciones ambientales si cumplen con las regladas en sistemas alternativos, dichas instalaciones deben de equiparse de tal modo que todas las gallinas ponedoras dispongan de:

- Comederos longitudinales que ofrezcan como mínimo 10 centímetros de longitud por ave, o bien de comederos circulares que ofrezcan como mínimo 4 centímetros de longitud por ave;
- Bebederos continuos que ofrezcan 2,5 centímetros de longitud por gallina, o bien, de bebederos circulares que ofrezcan 1 centímetro de longitud por gallina;
- Tiene que haber al menos, un nido para siete gallinas. Cuando se utilicen nidales colectivos, debe estar prevista una superficie de al menos 1 metro cuadrado para un máximo de 120 gallinas.
- Aseladeros convenientes, de, al menos, 15 centímetros por gallina.

1.5.5 DESCRIPCIÓN PRODUCTIVA

Esta raza de gallinas pertenece al tronco mediterráneo. Desde el punto de vista productivo pertenece al tipo de gallinas consideradas ligeras, de notable precocidad y de doble aptitud productiva: carne de buena calidad y puesta de huevos que podría ser aumentada por selección.

Los parámetros productivos de la raza son bajos, son aves con baja intensidad de puesta, con máximos que alcanzan el 62% en marzo, y si bien la curva de puesta se puede prolongar desde enero hasta noviembre, las puestas en otoño son muy escasas (25% en septiembre, 12 % en octubre y 5 % en noviembre; Poto et al. 2006). En la granja de la UPCT se obtuvieron durante el año 2012 producciones de 110 huevos por gallina.

El peso medio del huevo está entre los 50-55g (Martínez et al. 1998), aunque Poto et al. (2004) ha encontrado líneas que alcanzan pesos de 63 gramos.

El peso medio del pollito al nacimiento se sitúa entre 35-40 g. La coloración al nacimiento es amarillenta, apareciendo a la semana un plumaje negro en las alas del pollito macho (Martinez et al., 1998).

En cuanto al crecimiento de los pollitos es lento, si bien es muy variable, así encontramos granjas en las que el pollito a los 70 días pesa 655g y en otras puede alcanzar 973g (Poto et al., 2004). En el núcleo de la UPCT se ha observado que el gallo alcanza los 2 kg de peso vivo a los 120 días, mientras que la gallina a esa edad pesa 1,5 kg. El peso adulto del ave es de 3,40 a 3,75 kg el gallo y 2,30 a 2,60 kg la gallina. (Martinez et al., 1998).

1.5.6 DESCRIPCIÓN FENOTÍPICA

Las características fenotípicas y del color del plumaje que se recogen a continuación fueron descritas previamente en Orozco (2001) y quedan recogidas en el Decreto n.º 129/2010.



IMAGEN 5. PARTES DE GALLINA

Morfología del gallo

Cabeza grande y ancha; cara lisa y de color rojo vivo, cresta sencilla, grande, derecha y con dientes bien definidos, en número de 5 a 7 y perpendiculares a la curva de la cabeza, con el espolón pegado a la línea del cuello y de color rojo vivo; barbillas grandes y colgantes, con el borde inferior redondeado y de color rojo vivo; orejillas moderadamente alargadas, pegadas a la cara y de color blanco; pico mediano, fuerte y curvado, de color amarillo; ojos redondos y proporcionados al rostro; iris de color castaño rojizo; cuello robusto y de longitud media. La esclavina abundante, descansando en la espalda; tronco ancho, bien desarrollado y bastante largo, muy ligeramente inclinado hacia atrás; dorso ancho, ligeramente inclinado desde el cuello a las hocas, pero con tendencia a la horizontalidad y numerosos caireles que casi entran en contacto con la esclavina dando la impresión de una espalda corta; pecho ancho, largo y robusto; cola tamaño medio, timoneras anchas y superpuestas, hocas caudales con tendencia a la verticalidad; abdomen ancho, profundo y bien desarrollado; alas bien plegadas y juntas al cuerpo, de anchura inferior a su longitud; muslos fuertes y robustos; tarsos proporcionados al tamaño del ave, lisos y de color amarillo; dedos en número de cuatro, fuertes, abiertos, derechos y de color amarillo. Se pueden observar en la imagen N^o5 las partes descriptivas.

Morfología de la gallina

En general, las mismas características que el gallo, pero guardando las proporciones de la hembra; excepto en la cresta que está algo caída hacia un lado; barbillas son redondeadas; orejillas redondeadas; espalda horizontal; cola con una inclinación de 45 grados respecto a la horizontal. Se pueden observar en la imagen N°5 las partes descriptivas.

Variedades de color

- Variedad trigueña

Gallo

El pecho es negro. La esclavina es de color blanco crema, con ligero flameado gris. Los hombros y el dorso tienen una mezcla de blanco crema con rojo. Los caireles son como la esclavina, pero con el flameado gris más reducido. La cola es negra con reflejo verdoso. Las plumas coberteras grandes de las alas son negras con reflejo verde. Las remeras secundarias tienen las barbas internas de color negro grisáceo, las externas (espejo del ala) son crema casi blanco. Las remeras primarias son negras. (Orozco, 2001).

Gallina

El pecho y las plumas que cubren los muslos son de color blanco crema. El cuello es asalmonado con flameado marrón oscuro sin ser negro. El dorso y los hombros son de color salmón de tono uniforme en toda su extensión pero con un leve ribeteado más claro. Las coberteras de las alas son un poco más claras que el dorso. La cola también es asalmonada en su principio, pero con los extremos de las plumas timoneras más o menos oscuros sin llegar a negros, e incluso formando frecuentemente un ribeteado. (Orozco, 2001).



IMAGEN 6. VARIEDAD TRIGUEÑA DE GALLO (A) Y GALLINA (B) DE RAZA MURCIANA CRIADAS EN LA GRANJA DE TOMAS FERRO (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA)

- Variedad plateada

Gallo

Similar al de la variedad "asalmonada", pero sin los tonos rojizos o marrones del dorso y caireles; es decir, blanco puro, así como la esclavina muy blanca y el "espejo del ala" también blanco. (Imagen 7 gallo plateado)

Gallina

En la esclavina, el dorso y parte de las alas tiene coloración que puede variar entre el claro y el oscuro (blanca, crema, marrón claro) pero con briznas negras o grisáceas y a veces de color gris verdoso. El pecho, el vientre y la zona alrededor de la cloaca es crema casi blanco o blanco puro. La cola es negra.



IMAGEN 7. VARIEDAD PLATEADA DE GALLO (A) DE RAZA MURCIANA CRIADAS EN LA GRANJA DE TOMAS FERRO (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA)

CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los productos que están enriquecidos con ácidos grasos Omega 3 son más beneficiosos y saludables para el ser humano, y cada vez están más demandados por los consumidores, ya que implican un aumento de calidad en los alimentos actuales.

Por ello se están desarrollando nuevas técnicas de alimentación en animales para poder obtener huevos enriquecidos con ácidos grasos poli-insaturados de la serie Omega 3, estos son incorporados a la dieta humana mediante el consumo de pescados. Se puede decir que una dieta con bajo contenidos en ácidos grasos Omega 3, puede conllevar trastornos en crecimiento, cambios en la piel, alteraciones inmunológicas y predisposición a infartos de miocardio. Por ello el incremento de ácidos grasos Omega 3 en el huevo de la gallina, es un paso para reducir cardiopatías y deficiencias alimenticias.

Actualmente se manipula la dieta de las gallinas con la utilización de plantas como suplemento para poder satisfacer la demanda de productos de mejor calidad y saludables. Este sería el caso, por ejemplo, de incorporar en la dieta de la gallina murciana la planta de la verdolaga con la finalidad de obtener un incremento en el contenido de ácidos grasos Omega 3 en la yema de los huevos. A su vez, se potencia la agrobiodiversidad, mediante la puesta en cultivo de especies autóctonas y la protección de razas locales en peligro de extinción, y se fomentan sistemas de producción alternativos que utilizan prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y con el bienestar de los animales, todo lo cual favorece el desarrollo sostenible del medio rural.

El objetivo que persigue este trabajo fin de grado viene derivado de la búsqueda de alternativas para el enriquecimiento nutricional de los productos de origen animal, en este caso de la producción de huevos de gallina murciana enriquecidos en ácidos grasos omega-3 mediante la inclusión en la dieta avícola de verdolaga fresca con altos contenidos en omega-3. Se estudiará la Ingestión voluntaria de verdolaga fresca por parte de las gallinas y su efecto en el enriquecimiento de los huevos con ácidos grasos omega-3.

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El cultivo de verdolaga fue realizado en la Estación Experimental Agroalimentaria “Tomás Ferro” de la Universidad Politécnica de Cartagena, situada en la localidad de la Palma, a 11 km de la localidad de Cartagena. En la misma finca se encuentra la granja de gallinas ponedoras que se ha utilizado en este proyecto, con un sistema de producción extensivo, con un total de 15 módulos de reproductores, que aloja un núcleo de gallina murciana. Localización visual en Imagen 8.

La determinación de los ácidos grasos Omega 3 se realizó en el laboratorio de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Cartagena y en el Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT).

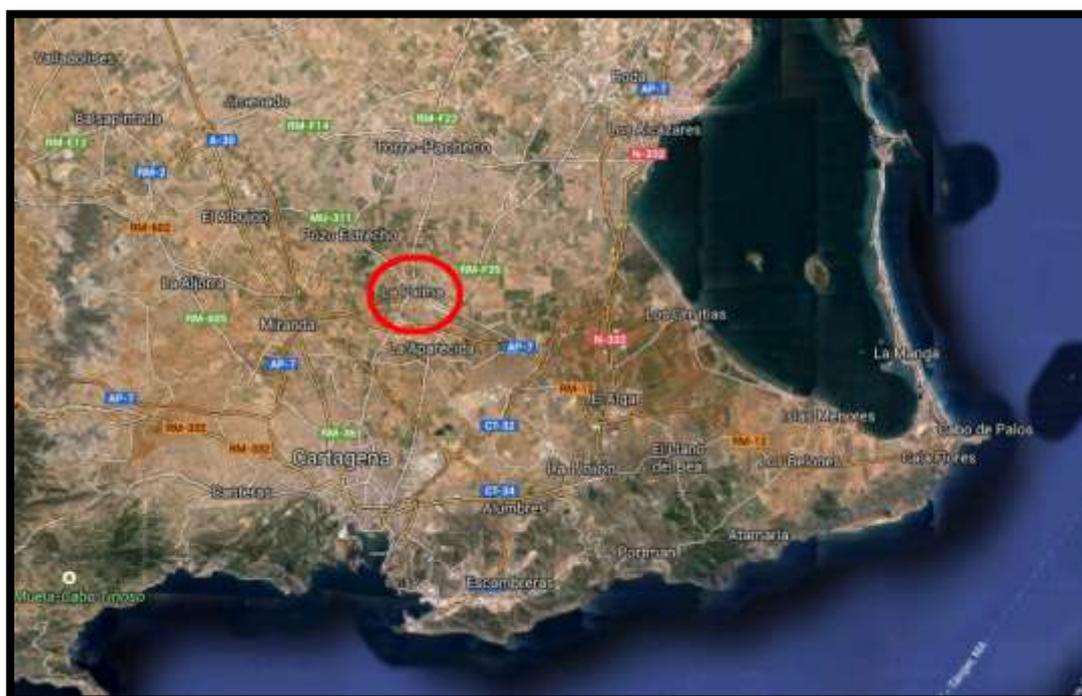


IMAGEN 8: VISIÓN GLOBAL LOCALIZACIÓN EN TERMINO MUNICIPAL LA PALMA



IMAGEN 9: LOCALIZACIÓN FINCA DE UPCT EN LA PALMA (CARTAGENA)



IMAGEN 10: LOCALIZACIÓN ETSIA UPCT EN CARTAGENA, CALLE ALFONSO XIII

3.2. MATERIALES Y EQUIPO

INSTALACIONES

Finca Experimental Agroalimentaria “Tomás Ferro” con una superficie de 10 hectáreas en las que destacan las siguientes infraestructuras:

- 5 umbráculos
- 14 invernaderos de 4 policarbonato
- 13 laboratorios
- Planta piloto para tecnología de los alimentos
- Lisímetro de pesada
- Estación meteorológica
- Dos embalses de agua para el riego (12.000 m³)
- Terreno de cultivo al aire libre (60.000 m²)
- Granja de gallinas ponedoras con sistema de producción extensivo, con un total de 15 módulos de reproductores, que aloja un núcleo de gallina murciana.

EQUIPOS

- Thermomix modelo TM31
- Evaporador Turbo VAP LV de Caliper Lifesciences
- Campana extractora de Gases FLOW TRONIC
- Mufla Hd-230
- Estufa Digitheat
- Agitador Orbital
- Colorímetro Minolta
- Medidor de clorofila SPDA
- Escáner de doble barrido WINRHIZO-medidor de raíces
- Balanzas (4,2 Kg y 0,1 g)
- 1 balanza de precisión (0,001 g)
- Medidor de área foliar
- Medidor de fotosíntesis
- 6 cámaras de germinación
- Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) (con equipamiento necesario para la caracterización analítica: cromatógrafo de gases, fotómetro, etc.)

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Los animales se encuentran en un sistema de producción extensivo, alojados en una nave con cama de paja y con acceso al parque de ejercicio, disponiendo de una superficie cubierta de 1m² y 4m² por animal. La granja cuenta con un total de 15 módulos de reproductores, con 1 gallo y 5 gallinas en cada uno de ellos. Siete módulos constituyeron el grupo control (7 gallos y 35 gallinas) y 8 módulos el grupo experimental (8 gallos y 40 gallinas).

El grupo control fue alimentado con un pienso comercial ad libitum en migajas con el siguiente valor nutricional por kg: 11,1 MJ Energía Metabolizable, 16,2% Proteína Bruta, 4,15% calcio, 0,62% fósforo, 0,67 % lisina y 0,35 % metionina.

El grupo experimental de gallinas, además del pienso comercial ad libitum disponía de verdolaga fresca cada dos días que era suministrada a primera hora de la mañana.

3.4. CULTIVO DE VERDOLAGA

La semilla que se utilizó para llevar a cabo el cultivo de verdolaga procedía de la accesión de *Portulaca oleracea* CM 0100-218 conservada en el Banco de Germoplasma de la UPCT. Se trata de una población silvestre, recolectada en una parcela de cultivo de La Aljorra. Se decidió utilizar esta entrada por su alto valor de germinación, de más del 85%.

El 9 de abril de 2014 se preparó el semillero, utilizando 4 bandejas de poliestireno expandido de 220 alveolos cada una. El 23 de mayo se llevó a cabo el trasplante al terreno definitivo, utilizando dos caballones de cultivo, con un marco de plantación al tresbolillo, de 15 cm, en dos filas por caballón, una a cada lado de la manguera portagoteros.

El 25 de junio de 2015 dio comienzo la alimentación de las gallinas con verdolaga fresca, para lo que se segaba cada dos días la cantidad necesaria de materia fresca y se repartía en manojos de aproximadamente 400 gramos por gallinero. Una vez pesados y atados, se colgaban de las mallas de alambres que cierran los gallineros. Cada dos días se reemplazaban los manojos con verdolaga fresca. Así hasta un periodo de 21 días, después del cual se dejó de segar el cultivo.

El primer día que se alimentó a las gallinas con verdolaga fresca, también se recolectó material vegetal para determinar el perfil de ácidos grasos y el contenido en ácidos grasos omega 3 de las plantas de verdolaga utilizadas al inicio del ensayo. Este

análisis fue realizado siguiendo el mismo protocolo que el utilizado en los huevos, el cual se describe en el siguiente apartado.

3.5. RECOGIDA DE HUEVOS Y ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS

Pasados los 21 días de alimentación de las gallinas con verdolaga se recogió una muestra representativa y al azar de 30 huevos del grupo control (los que provienen de gallinas que no realizan ingesta de verdolaga), y 30 huevos del grupo experimental (los que provienen de gallinas que realizan ingesta de verdolaga).

En estos huevos se pesaron la cáscara, la clara y la yema, y seguidamente se congelaron individualmente las yemas hasta que pudieran ser liofilizadas, como paso previo para el posterior análisis químico. Una vez las yemas se liofilizaron, se molieron y se almacenaron individualmente hasta el momento del análisis. Para poder analizar los ácidos grasos, previamente se realizó la extracción de grasas por el método Folch (1957), y los ácidos grasos se analizaron mediante la metodología FAME (Fatty acid methyl ester, O'Fallon et al.2007), que consiste en una extracción etérea por acción mecánica (agitando) cuyas cantidades de éter dietílico se recolectan y se dejan evaporar para obtener la grasa. A esta grasa se le aplican distintas soluciones para realizar la esterificación y así poder introducir la muestra al cromatógrafo, y poder obtener los resultados acerca del contenido en ácidos grasos Omega-3 en los huevos de gallina Murciana.

PROCESO DE LIOFILIZACIÓN DE YEMAS

A. Preparación de muestras

- Sacar del congelador las muestras seleccionadas y dejar a temperatura ambiente en una hora aproximadamente.
- Trocear parte de la muestra y meter en la picadora.
- Introducir la muestra picada en placa Petri y cubrir la base.
- Pesar la muestra en la placa e introducir al congelador.
- Preparar 15 muestras.

B. Encendido e introducción de muestras en el liofilizador

- Coger las bandejas y placas del congelador
- Comprobar que la bomba está encendida
- Cerrar la válvula de vacío.
- Encender el interruptor
- Retirar la campana transparente
- Colocar las placas congeladas y las bandejas con 5 placas Petri en cada bandeja.
- Colocar y cerrar la campana transparente
- Pulsar la pantalla del aparato. Elegir la opción Vacío + presión.
- Se elige hacer vacío a partir de -40°C.

C. Recogida de Muestras y desescarche del condensador

- Pulsar en el monitor del equipo el paro.
- Abrir la válvula.
- Abrir la campana con la bola superior.
- Sacar las muestras y colocar la campana en su sitio
- Pulsar la pantalla principal el icono de desescarche.
- Apagar el desescarche una hora más tarde.
- Apagar el interruptor rojo.
- Introducir las placas y las bandejas en el congelador a -80°C .



IMAGEN 11: LIOFILIZADOR DE LABORATORIO DE LA SERIE LYOQUEST



IMAGEN 12: PANTALLA TACTIL DE PUESTA EN MARCHA/PARO DE LIOFILIZADOR DE LA SERIE LYOQUEST

PROCESO DE SINTESIS DIRECTA FAME

1. Partimos de muestras molidas, trituradas y liofilizadas.
2. Pesa muestras, se pesa 40 μ l al ser un aceite, se introduce en tubo Pirex y se le añade 0,7 ml de KOH 10 N en agua y 5,3 ml de MeOH, y 1 ml de la solución de patrón interno (0,5 mg/ml C13:0 en MeOH), y mezclar en vortex.
3. Incubar en baño de agua a 55°C durante 1,5 h, agitando vigorosamente durante 5 s cada 20 minutos.
4. Enfriar hasta temperatura ambiente con agua corriente del grifo y añadir 0,58 ml de H²SO⁴ 24 N.
5. Se mezcla el tubo por inversión y se incuba en baño de agua a 55°C durante 1,5 h, agitando vigorosamente durante 5 segundos cada 20 minutos.
6. Enfriar con agua corriente del grifo a temperatura ambiente, añadir 1,5 ml de hexano (calidad HPLC) y agitar en vortex durante 5 minutos.
7. Centrifugar a 3000 rpm durante 5 minutos, recoger la fase orgánica e introducirla en un vial para posteriormente pinchar en Cromatógrafo.
8. Pinchar 0,5 μ l en GC según condiciones para la columna SP-2560.

DATOS A TENER EN CUENTA EN CROMATOGRAFO

- Columna Supelco SP 2660 (100m x 0,25mm x 0,2 μ m)
- Gas portador Helio a velocidad lineal de 20 cm/s
- Relación de Split 1:50
- Temperatura y detector FID a 260 °C.
- Rampa Temperatura horno: Inicial a 140 °C durante 5 minutos a continuación incrementar a razón de 4°C/min hasta alcanzar 240°C y mantener durante 30 minutos, para volver a las condiciones iniciales.
- Patrón de ésteres metálicos: Sigmal Aldrich 47885-U.

3.6. COLOR Y ANALISIS SENSORIAL

A los 21 días de la inclusión de la verdolaga en la dieta de la gallina, en huevos previamente cocidos se determinó el color de la yema y la clara con el colorímetro Minolta, el cual nos aportaba los valores L, a y b.

También se realizó una evaluación sensorial donde se seleccionaron catadores para evaluar las características organolépticas del huevo. Se evaluó el color, el olor, el sabor y la textura del huevo.

Dichas muestras se preparan según el protocolo establecido de Parpinelloy et al (2006). Se cuecen los huevos en agua hirviendo a 100°C durante 8 minutos y se enfría con agua corriente durante 15 minutos, tras pelarlos se separa la yema y se divide en cuatro porciones. En los platos de los catadores se coloca una muestra del huevo con tratamiento así como una porción de huevo sin tratamiento. En las muestras se tiene que evaluar el olor se mantendrán en un envase hermético hasta el momento de la realización de la prueba para preservar el aroma. Las muestras se preparan sin adición de sal.

Los catadores evalúan las muestras de huevos duros usando una escala hedónica (Caston et al,1994). El uso de la escala hedónica permite, aparte de medir preferencias, medir estados psicológicos del consumidor. El método utiliza la medida de reacción humana como elemento indirecto para evaluar el producto. Es una de las técnicas más usadas para la medición de la posible aceptación de un producto en el mercado, en esta se le pide al catador que mida el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal-numérica que se encuentra explicada en el cuestionario suministrado, se puede ver en el Anexo I" Hoja de Valoración de cata de huevos".

La escala tradicional americana tiene 9 puntos. El número de puntos es impar para que el punto central sea un punto neutral, que generalmente corresponde a "no me gusta ni me disgusta".

1	Me disgusta extremadamente.
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

En nuestro caso se ha simplificado la escala de valoración que se utilizó para realizar las catas siguiendo las recomendaciones de Castillo (2004) dada la complejidad de la escala americana:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 | Me desagrada mucho. |
| 2 | Me desagrada poco. |
| 3 | No me agrada ni me desagrada. |
| 4 | Me gusta poco. |
| 5 | Me gusta mucho. |

Los análisis sensoriales se realizaron en el Departamento de tecnología de Alimentos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS

En base al análisis de las muestras vegetales de plantas de verdolaga que se utilizaron en el estudio por medio del proceso de cromatografía de gases, se obtuvo una media de 51,3% del ácido graso Omega 3 en relación al total de ácidos grasos presentes en la planta (Tabla 4).

TABLA 4: Valores de ácidos grasos de verdolaga.

NOMBRE COMUN ACIDO GRASO	%
Ácido alfa-linolénico	51,3
Ácido tridecílico	15,4
methyl linoleato	12,7
Ácido palmítico	11,8
cis-9-oleic acid methyl ester	2,3
Ácido esteárico	2,2
methyl lignocerate	1,1
behenic acid, methyl	0,9
Ácido mirístico	0,7
Ácido araquídico	0,6
Ácido láurico	0,5
Ácido margárico	0,4
Ácido caproico	0,0
Ácido caprílico	0,0
Ácido cáprico	0,0
Ácido undecílico	0,0
Ácido miristoléico	0,0
Ácido pentadecílico	0,0
CIS-10-PENTADECENOIC ACID METHYL	0,0
Ácido palmitoleico	0,0
cis-10-heptadecenoico...	0,0
trans-9-elaidic methyl ester	0,0
linolelaidic acid ME	0,0
methyl gamma-linen	0,0
cis-11-eicosecoico acido	0,0
cis-11,14-eicosadienoico...	0,0
heneicosanoic acid, methyl	0,0
cis-8,11,14-eicosatrie...	0,0
Ácido araquidónico	0,0
11,14,17-eicosatrieni...	0,0
methyl eicosa-5,8,11,1...	0,0
methyl erucate	0,0
cis-13,16-docasadieni	0,0
tricosanoic acid, methyl	0,0
methyl nervonate	0,0
cis-4,7,10,13,16,19-...	0,0

La verdolaga es uno de los vegetales de hoja verde con más omega 3, superando a la espinaca, lechuga y legumbres entre otros. Este valor es ligeramente superior al encontrado en diferentes estudios, donde el promedio de Omega 3 detectado en la verdolaga varía hasta un 48 % dependiendo de la especie, tipo de suelo, nutrientes y otros factores que determinan la calidad de la planta (Ortíz, 2010).

Analizados los cromatogramas del perfil de ácidos grasos de los huevos de gallinas alimentadas "con verdolaga" y "sin verdolaga" se han obtenido los resultados que se reflejan en las tabla 5 y 6.

Tabla 5. Perfil de ácidos grasos de muestras sin verdolaga.

NOMBRE COMUN ACIDO GRASO	% MEDIO
cis-9-oleic acid methyl ester	32,60
methyl linoleato	31,04
Ácido palmítico	14,04
Ácido esteárico	6,06
Ácido palmitoleico	5,82
Ácido tridecílico	4,29
Ácido araquidónico	2,52
Ácido alfa-linolénico	1,02
cis-4,7,10,13,16,19-...	0,69
Ácido mirístico	0,37
cis-11-eicoseicoico acido	0,32
Ácido margárico	0,31
cis-11,14-eicosadienoico...	0,29
cis-8,11,14-eicosatrie...	0,21
methyl gamma-linolenic	0,12
Ácido miristoléico	0,11
Ácido pentadecílico	0,09
methyl nervonate	0,07
Ácido araquídico	0,02
Ácido láurico	0,01
methyl eicosa-5,8,11,14-	0,01
behenic acid, methyl	0,00
methyl lignocerate	0,00
tricosanoic acid, methyl	0,00
linolelaidic acid ME	0,00
Ácido undecílico	0,00
Ácido caproico	0,00
Ácido caprílico	0,00
Ácido cáprico	0,00
CIS-10-PENTADECENOIC ACID METHYL	0,00
cis-10-heptadecenoico...	0,00
trans-9-elaidic methyl ester	0,00
heneicosanoic acid, methyl	0,00
11,14,17-eicosatrienoico...	0,00
methyl erucate	0,00
cis-13,16-docasadienoico	0,00

Tabla 6. Perfil de ácidos grasos de muestras con verdolaga.

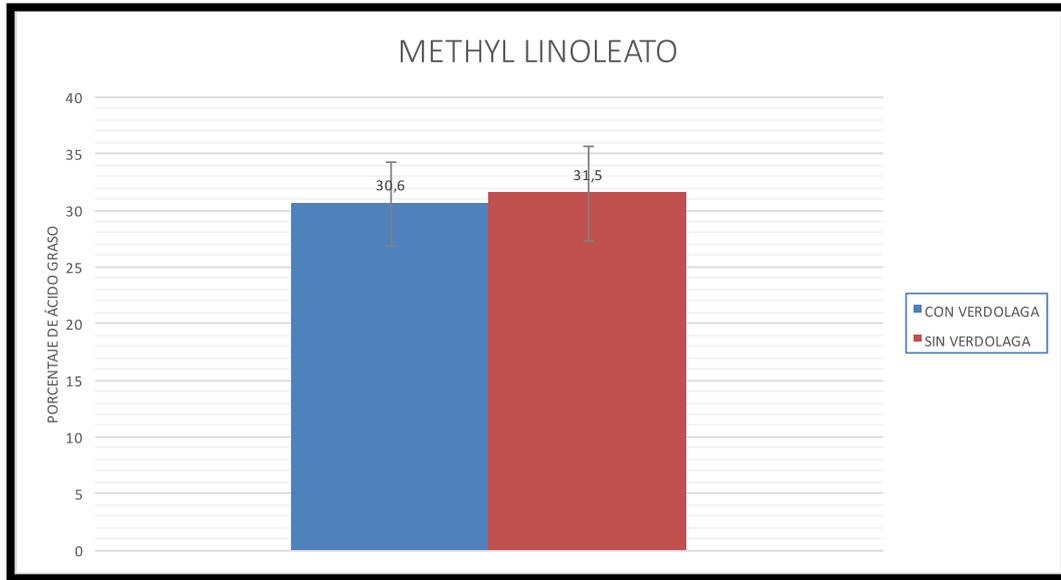
NOMBRE COMUN ACIDOS GRASOS	% MEDIO
cis-9-oleic acid methyl ester	34,50
methyl linoleato	30,72
Ácido palmítico	13,24
Ácido esteárico	5,94
Ácido palmítoleico	5,57
Ácido tridecílico	4,08
Ácido araquidónico	1,98
Ácido alfa-linolénico	1,08
cis-4,7,10,13,16,19-...	0,62
Ácido mirístico	0,38
cis-11-eicosecoico acido	0,35
cis-11,14-eicosadienoico...	0,34
Ácido margárico	0,32
cis-8,11,14-eicosatrie...	0,23
trans-9-elaidic methyl ester	0,21
methyl gamma-linolen	0,17
Ácido miristoléico	0,11
Ácido pentadecílico	0,09
methyl nervonate	0,05
Ácido araquídico	0,02
Ácido láurico	0,01
methyl eicosa-5,8,11,1...	0,00
heneicosanoic acid, methyl	0,00
behenic acid, methyl	0,00
methyl lignocerate	0,00
tricosanoic acid, methyl	0,00
11,14,17-eicosatrienoic...	0,00
CIS-10-PENTADECENOIC ACID METHYL	0,00
cis-13,16-docasadienoic	0,00
Ácido cáprico	0,00
Ácido caprílico	0,00
Ácido caproico	0,00
Ácido undecílico	0,00
cis-10-heptadecenoico...	0,00
linolelaidic acid ME	0,00
methyl erucate	0,00

Los datos obtenidos se encuentran dentro del rango de valores encontrados en otros trabajos en los que se ha enriquecido la alimentación de la gallina con productos ricos en ácidos grasos omega 3, como semillas de lino (Betancourt y Díaz, 2009) y la misma especie objeto de este estudio (Zotte y col., 2005). No obstante, en nuestros ensayos el efecto de la inclusión de verdolaga sobre la composición de ácidos grasos en el huevo no ha mostrado un aumento significativo, tal y como se recoge en los Anovas (Anexo III "Anovas perfil de ácidos grasos").

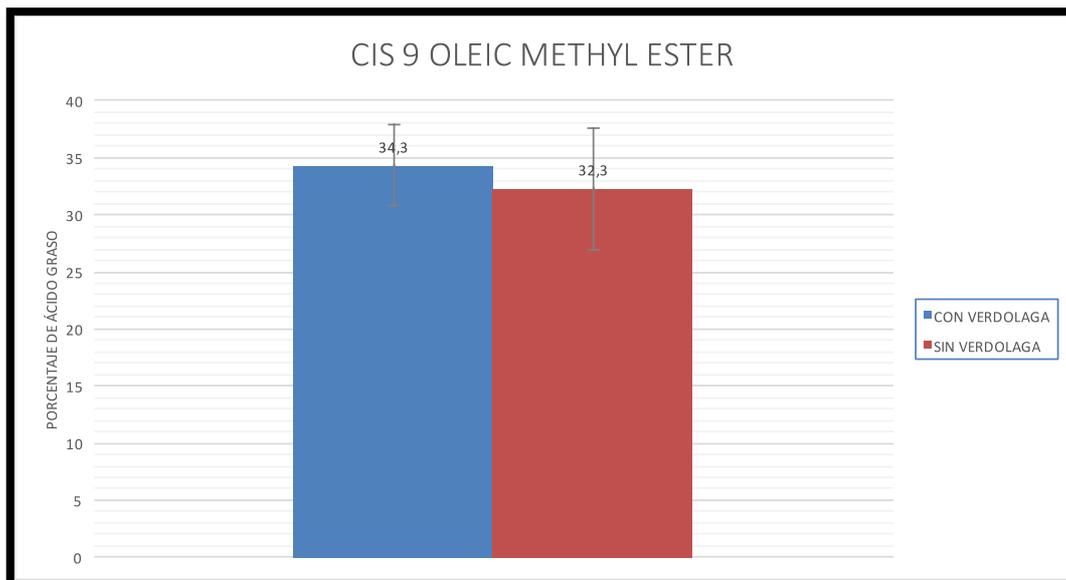
En las siguientes tablas y figuras se muestran los valores de los ácidos grasos que se presentan en mayor cantidad.

TABLA 7: Valores porcentuales de ácidos grasos de los huevos de gallinas alimentadas con y sin verdolaga.

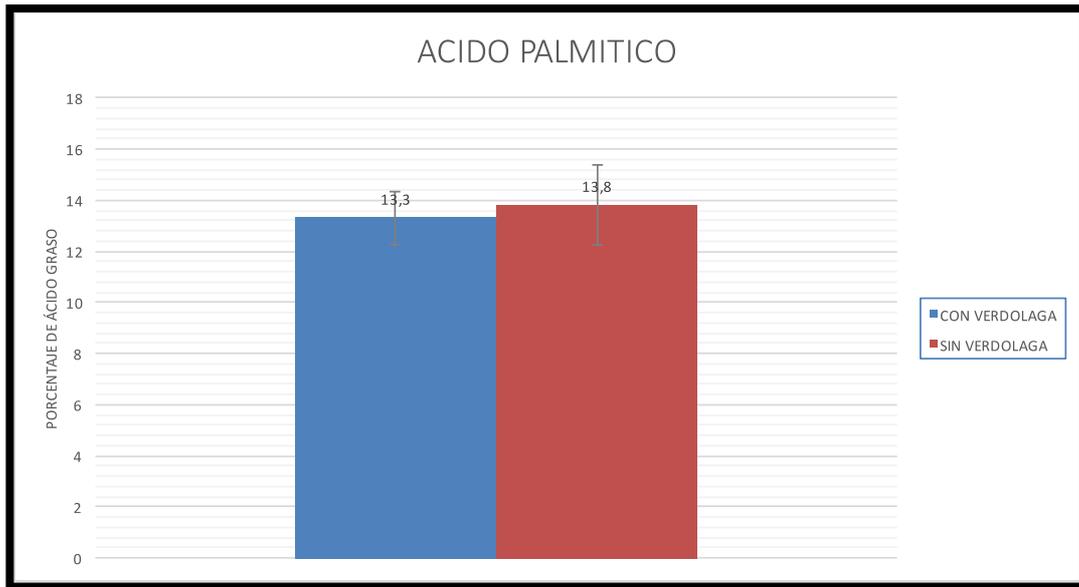
	A.PALMITICO	METHYL LINOLEATO	CIS-9-OLEIC	ALFALINOLENICO
Con verdolaga	13,3±1,05	30,6±3,70	34,3±3,56	1,08±0,33
Sin verdolaga	13,8±1,56	31,5±4,19	32,3±5,30	1,02±0,34



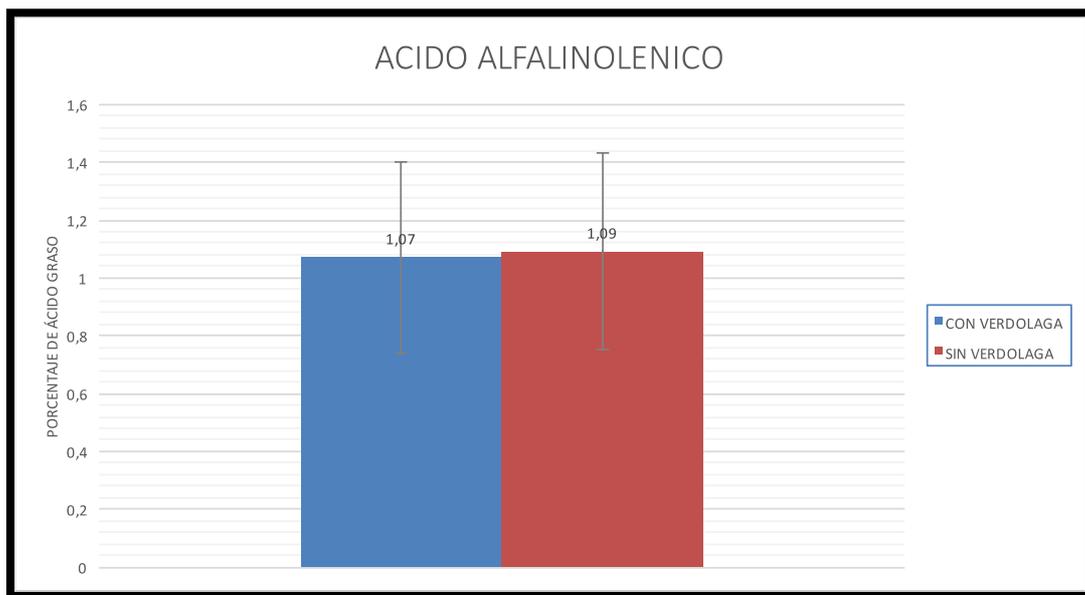
GRAFICA 1: ACIDO GRASO METHYL LINOLEATO-CON/SIN INGESTA DE VERDOLAGA.



GRAFICA 2: ACIDO GRASO CIS 9 OLEIC A.METHYL ESTER-CON/SIN INGESTA DE VERDOLAGA.



GRAFICA 3: ACIDO GRASO PALMITICO-CON/SIN INGESTA DE VERDOLA



GRAFICA 4: ACIDO GRASO ALFALINOLENICO-CON/SIN INGESTA DE VERDOLAGA.

Tal y como se recoge en los Anovas (Anexo III), no se encuentran diferencias significativas en los valores de ácidos grasos entre las muestras de huevos de gallinas que consumieron verdolaga y las muestras de huevos de gallinas que no consumieron verdolaga.

Tal y como vemos en las gráficas, las diferencias son mínimas. Respecto al metil linoleato (gráfica 1), las muestras “sin verdolaga” contiene un 30,6% y las “con verdolaga” contienen un 31,5. Los valores del ácido palmítico (gráfica 3) en las muestras “sin verdolaga” el contenido es de un 13,8% y las muestras “con verdolaga” contienen un 13,3%, valores prácticamente iguales. En el ácido oleico, las muestras “sin verdolaga” contiene un 32,3% y las “con verdolaga” contienen un 34,3%, y con el ácido alfa-linolénico las muestras “sin verdolaga” y “con verdolaga” contienen valores idénticos de 1,1 %.

Tras el análisis de los datos podemos indicar que no se obtiene un incremento significativo en el contenido de ácidos grasos en la yema de huevos de gallina murciana alimentada con verdolaga en fresco, respecto de los huevos de gallinas no alimentadas con verdolaga. Otros trabajos consultados en los que se han enriquecido los huevos mediante la suplementación con semillas de lino (Cherian y Sim, 2000; Betancourt y Díaz, 2009) y verdolaga (Zote y col., 2005), sí se ha observado un cambio en la composición de ácidos grasos en el huevo, reduciéndose significativamente el contenido en ácido linoleico y aumentando de forma significativo el contenido en ácidos grasos n-3, principalmente el ácido alfa-linolénico. En todos los casos con la inclusión tanto de lino como de verdolaga se redujo la relación entre ácidos grasos n-6 y n-3, aspecto favorable desde la perspectiva de la salud humana. En todos estos trabajos el porcentaje de inclusión tanto de lino como de verdolaga fue del orden del 20% de la dieta avícola. En nuestro caso, al tratarse de un consumo de verdolaga en fresco suministrado tres veces a la semana, ha sido difícil controlar la ingesta diaria de verdolaga por parte de las gallinas, por lo que si se continúa con esta línea de investigación sería conveniente un suministro diario de verdolaga fresca, ya que, por otra parte, se ha observado en los gallineros que una vez el material cosechado ha perdido la frescura inicial deja de ser apetecible su consumo.

4.2 MEDIDA DEL COLOR DE LA CLARA Y DE LA YEMA DEL HUEVO

El color de la clara y de la yema de huevo se midieron con un equipo de medida de color (colorímetro), el cual nos aportaba los valores L, a y b. Dichos valores corresponden a:

- L: indica la claridad de 0 a 100% (Negro a blanco). Siguiendo el eje L podemos ver una escala de grises y a y b son las coordenadas cromáticas (color).
- a: es el eje de verde a rojo. Con valores negativos en a, indican los colores verdes y los valores positivos indican los colores rojos.
- b: es el eje de azul a amarillo. Con valores negativos en b, indican los colores azules y los valores positivos indican los colores amarillos.

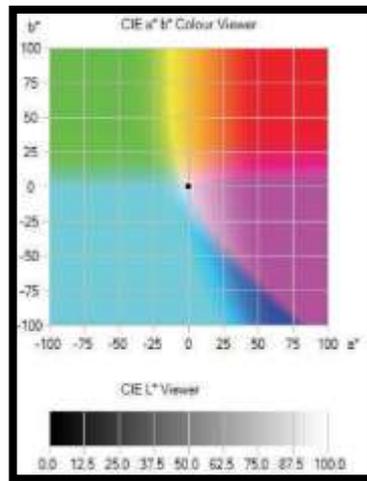
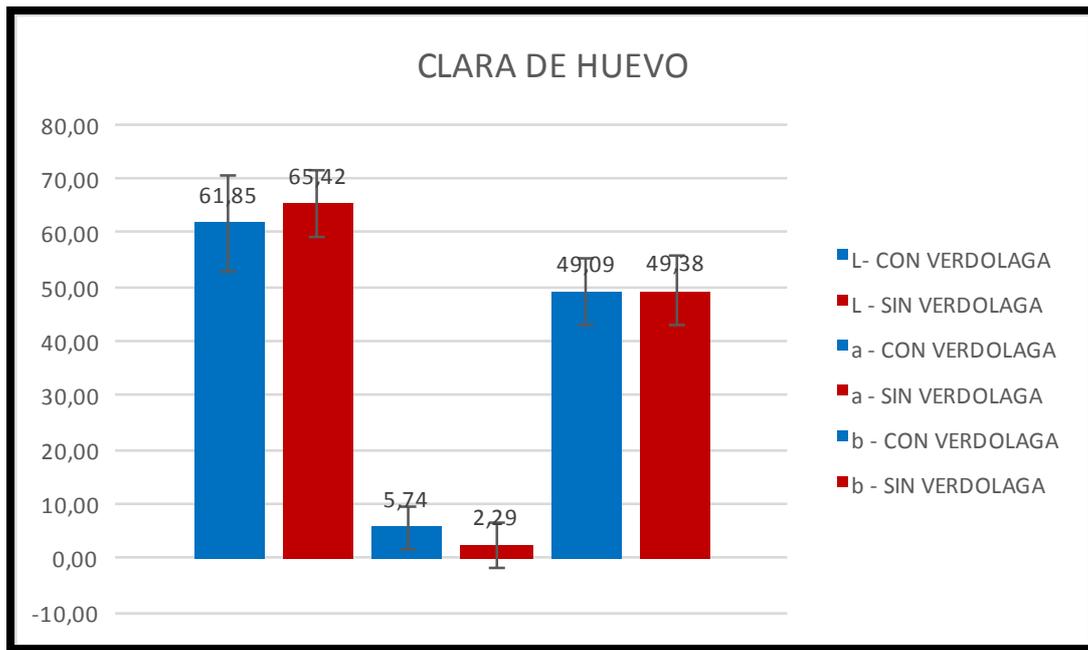


IMAGEN Nº13: ESCALA DE COLOR

En la gráfica 5 se reflejan los valores L, a y b para la clara del huevo.



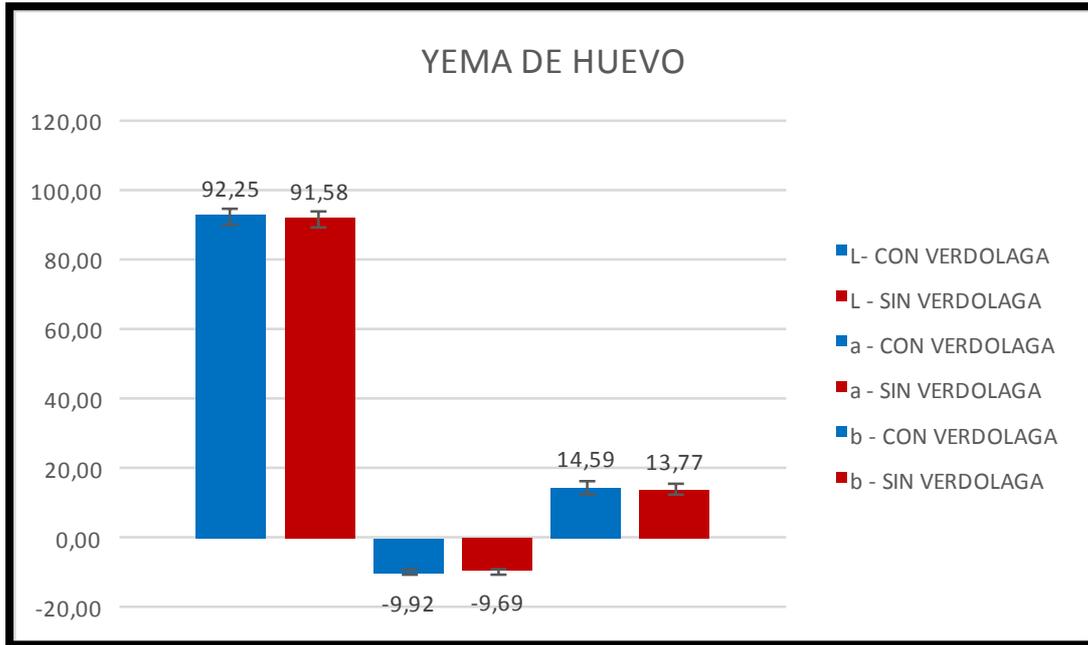
GRAFICA 5: COLOR DE CLARA DE HUEVO, TRATAMIENTO SIN VERDOLAGA Y CON VERDOLAGA.

TABLA 8: VALORES PROMEDIO DE COLOR DE CLARA DE HUEVO EN LOS TRATAMIENTO SIN VERDOLAGA Y CON VERDOLAGA.

TRATAMIENTO	L	a	b
CON VERDOLAGA	61,85±8,86	5,74±3,93	49,09±6,01
SIN VERDOLAGA	65,42±6,23	2,29±4,04	49,38±6,37

Tal y como se recoge en los Anovas (Anexo III), no se encuentran diferencias significativas en los valores de L, a y b para la clara entre las muestras de huevo de gallina con tratamiento con verdolaga y las muestras de huevo de gallina con tratamiento que no tienen verdolaga.

En cuanto a la yema del huevo, en la gráfica 6 se reflejan los valores L, a y b obtenidos con el colorímetro.



GRAFICA 6: COLOR DE YEMA DE HUEVO, TRATAMIENTO SIN VERDOLAGA Y CON VERDOLAGA.

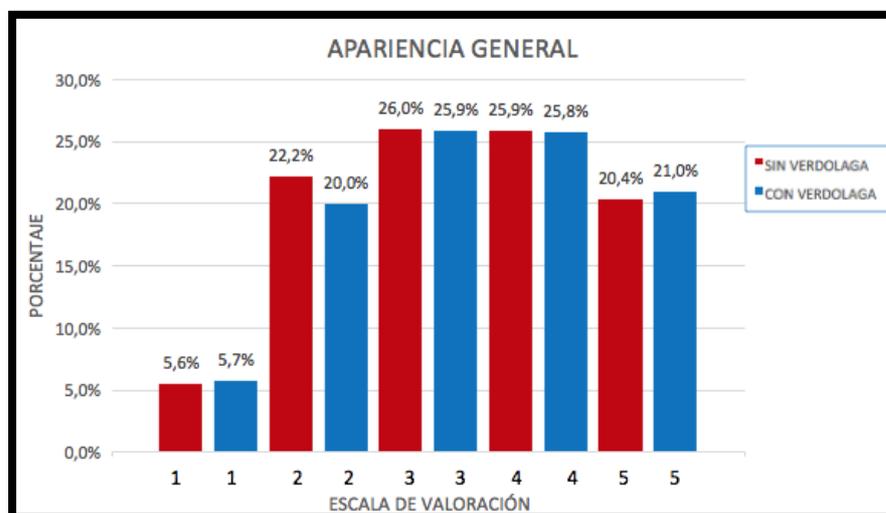
TABLA 9: VALORES PROMEDIO DE COLOR DE YEMA DE HUEVO, TRATAMIENTO SIN VERDOLAGA Y CON VERDOLAGA.

TRATAMIENTO	L	a	b
CON VERDOLAGA	92,25±2,55	-9,92±0,56	14,58±1,90
SIN VERDOLAGA	91,58±2,48	-9,68±0,61	13,77±1,67

Respecto al color de la yema de huevo, y tras el análisis e interpretación de los datos (Anova en Anexo III), podemos deducir que no se obtienen diferencias significativas en cuanto a los parámetros analizados con el colorímetro para los dos tratamientos.

4.3 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

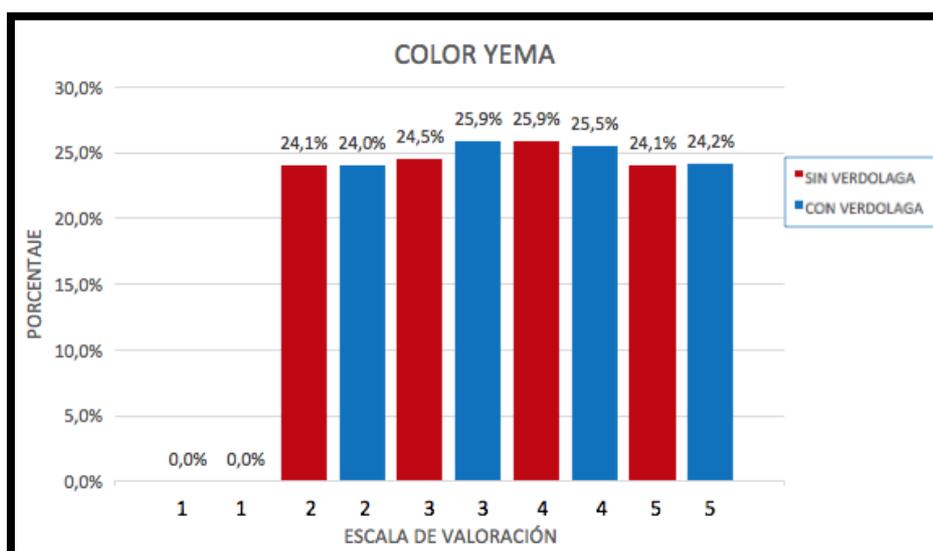
Los valores obtenidos en la cata respecto a la apariencia, color, aroma textura y el sabor de yema y clara de huevo se muestran a continuación.



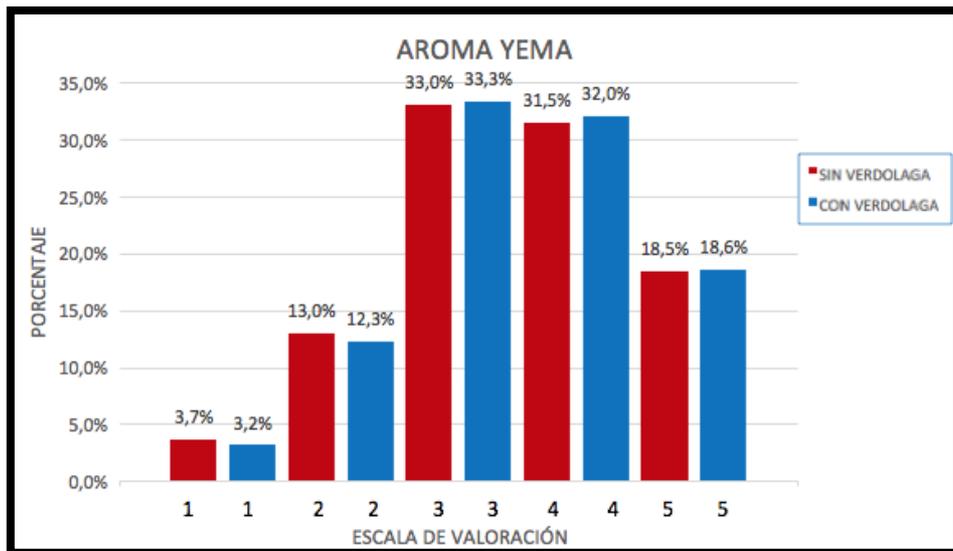
GRAFICA 7: APARIENCIA GENERAL DE CATA.

Más del 70% de los catadores valora de manera satisfactoria la apariencia general de los huevos catados, ya que le dan una valoración de 3 o superior, sin encontrar diferencias entre tratamientos. Estos valores se corresponden con “no me agrada ni me desagrada”, “me gusta poco” y “me gusta mucho”, respectivamente.

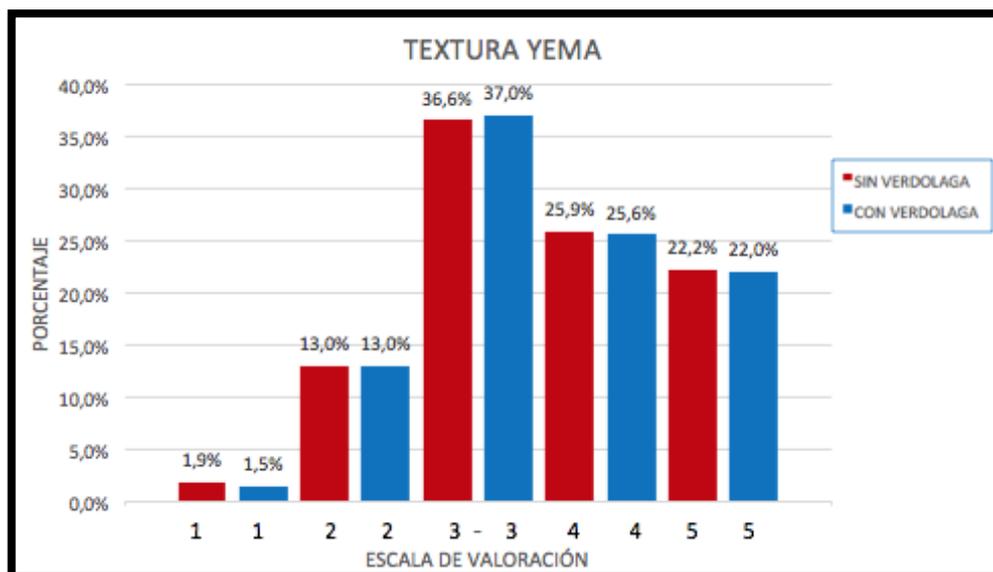
Con el resto de las gráficas ocurre lo mismo que en el caso anterior, los catadores se centran en la mayoría de las respuestas en valores de 3 o superiores, sin manifestarse diferencias entre tratamientos.



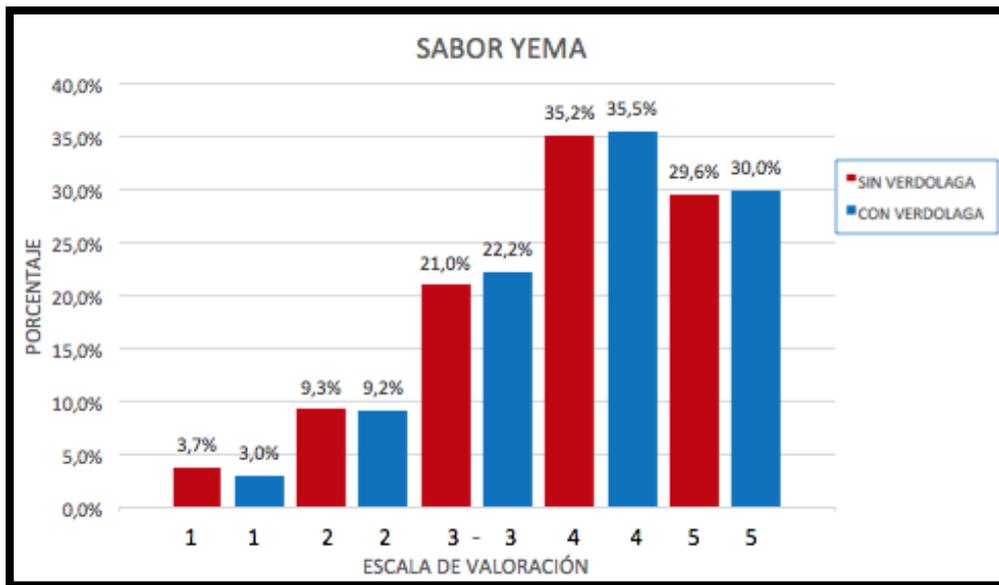
GRAFICA 8: COLOR DE YEMA EN CATA.



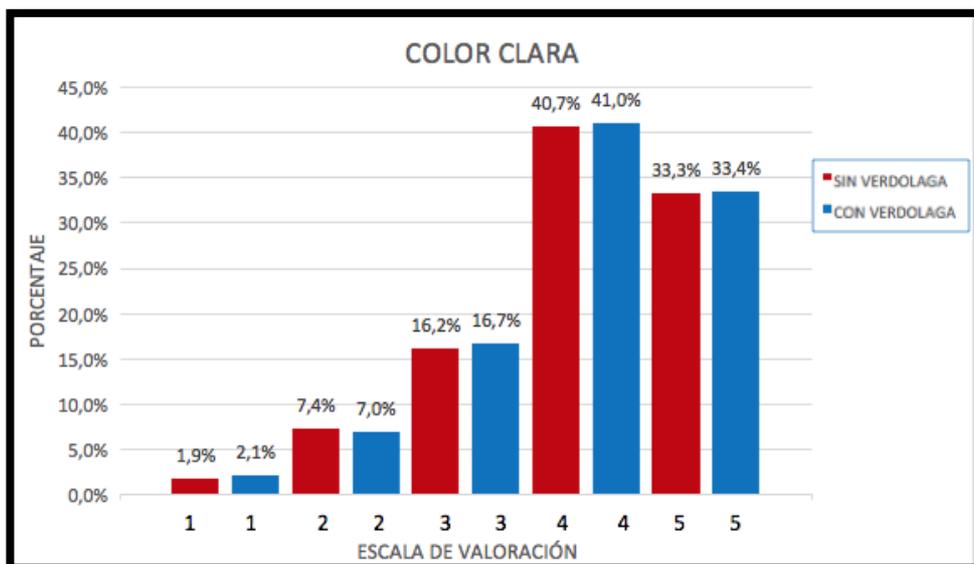
GRAFICA 9: AROMA DE YEMA EN CATA.



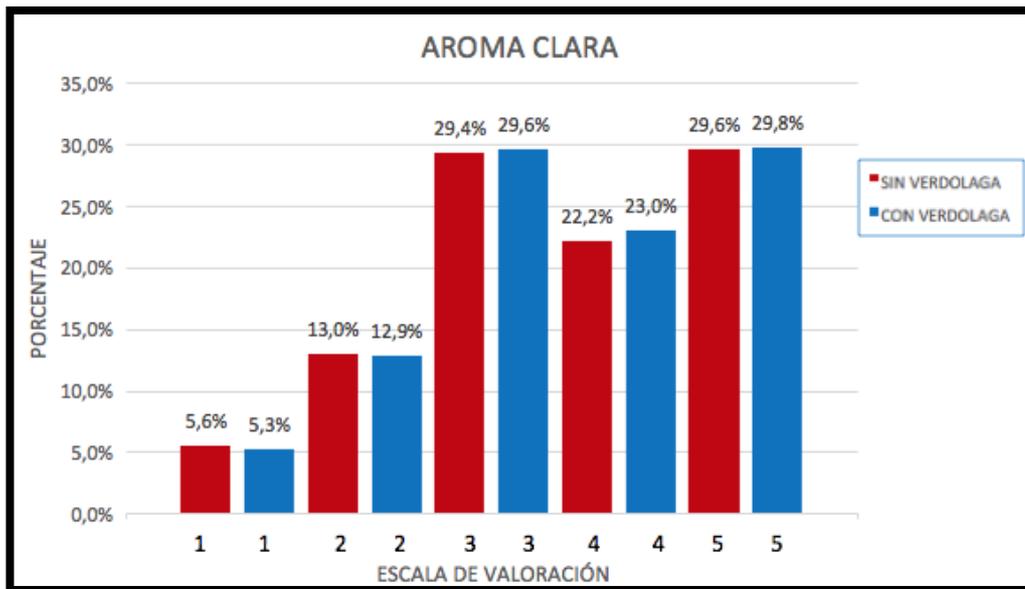
GRAFICA 10: TEXTURA DE YEMA EN CATA.



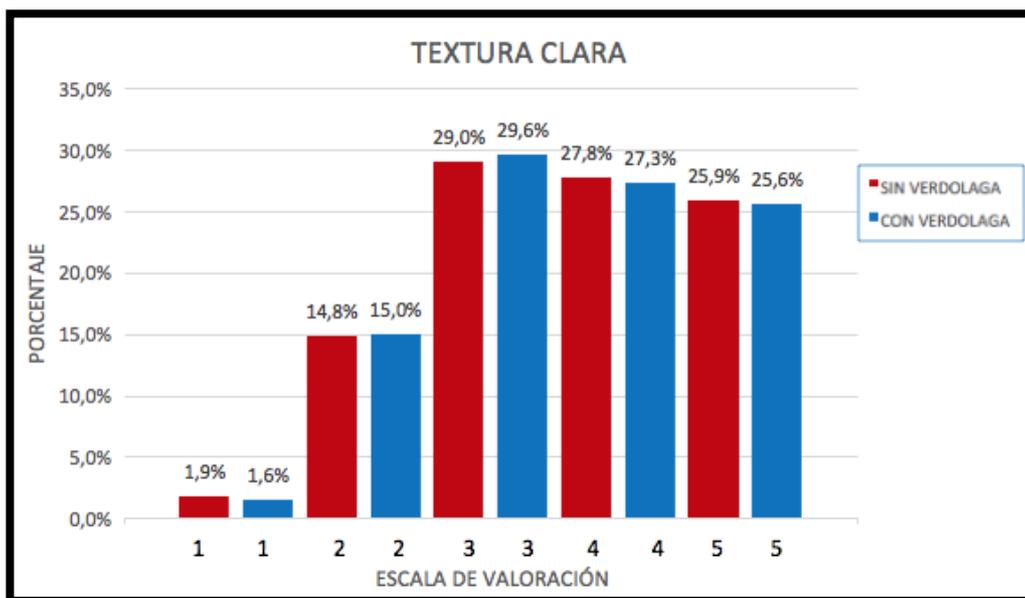
GRAFICA 11: SABOR DE YEMA EN CATA.



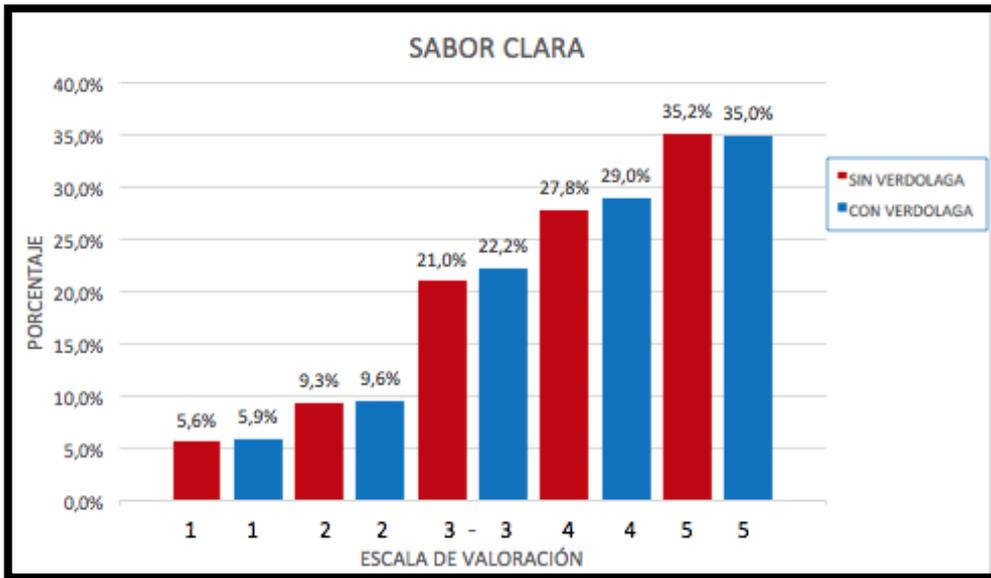
GRAFICA 12: COLOR DE CLARA EN CATA.



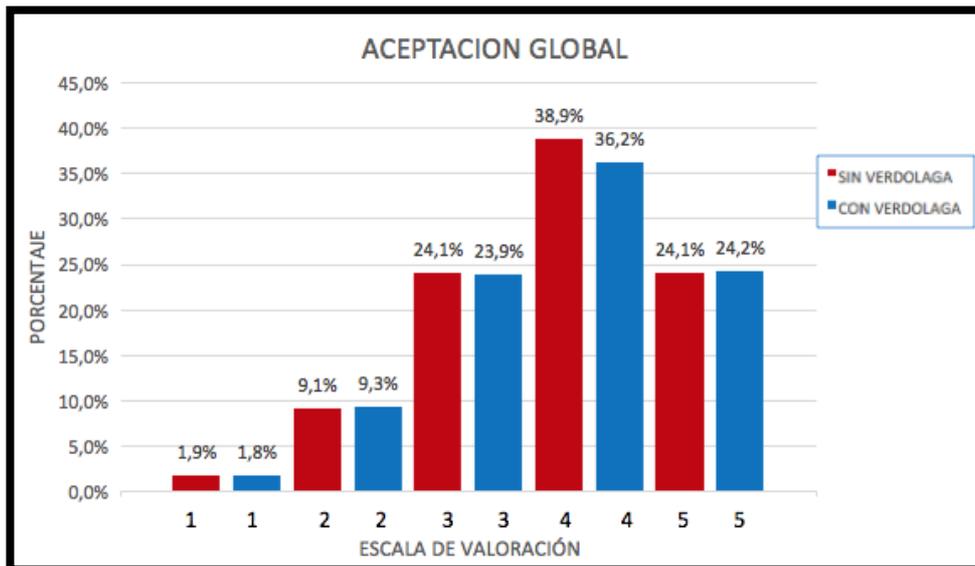
GRAFICA 13: AROMA DE CLARA EN CATA.



GRAFICA 14: TEXTURA DE CLARA EN CATA.



GRAFICA 15: SABOR DE CLARA EN CATA.



GRAFICA 16: ACEPTACIÓN GLOBAL EN CATA.

En todas las gráficas se observa que la valoración de la mayoría de los catadores (más del 70%) es favorable para todos los aspectos evaluados, con valores iguales o superiores a 3. Sin embargo, no se encuentran diferencias entre las muestras de los dos tratamientos, ya que las valoraciones han sido muy similares. No obstante, se observa que los catadores han valorado más positivamente la clara que la yema en cuanto a color y al aroma.

Finalmente, en la aceptación global más de un 60% de los catadores han valorado los huevos de manera satisfactoria (4 ó 5), sin diferencias debido al tratamiento.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Tras el estudio final de todos los datos obtenidos se determina que no se incrementa el contenido de ácidos grasos omega 3 en la yema de los huevos obtenidos de la gallina murciana suplementada con verdolaga en fresco durante 21 días.

No se han observado diferencias en los perfiles de ácidos grasos ni en la relación n-6:n-3.

No se han dado diferencias en los parámetros del color tanto de la yema como de la clara en los huevos de ambos tratamientos.

Más del 70% han valorado de forma positiva todas las muestras de huevos para los diferentes parámetros analizados, pero sin diferencias entre ambos tratamientos.

A la vista de los resultados obtenidos sería interesante llevar a cabo ensayos incorporando la verdolaga en forma deshidratada mezclada con el pienso, a fin de controlar mejor la ingesta en las gallinas y poder incrementar la cantidad consumida.

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ ABAZA, I.M., M. A. SHEHATA, A. M. ABBAS. 2010. Nutritional and Biological evaluation of *Portulaca oleracea* (purslane) as untraditional protein source in feeding growing rabbits. *Egyptian J. Nutrition and Feds* 13 (1): 149-163.
- ❖ ÁNGELES-CORONADO I.A. JEREZ-SALAS M.P. PÉREZ-LEÓN M.I. VILLEGAS-Aparicio Y. 2013. Efecto de *Portulaca oleracea* y *Lolium perenne* en la carne de gallina criolla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6:1221-1229.
- ❖ AYDIN R, DOGAN I. 2010. Fatty acid profile and cholesterol content of egg yolk from chickens fed diets supplemented with purslane (*Portulaca oleracea* L.). *J. Sci. Food Agric.* 90(10):1759-63.
- ❖ AZCONA J.O., GARCIA P.T., COSSU M.E., IGLESIAS B.F., PICALLO A., PEREZ C., GALLINGER C.I., SCHANG M.J. , CANET Z.E. 2008. Meat quality of Argentinean “Camperos” chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids *Meat Science* 79, 437–443.
- ❖ BAUCCELLS MD, CRESPO N, BARROETA AC, LÓPEZ-FERRER S, GRASHORN MA. Incorporation of Different Polyunsaturated Fatty Acids into Eggs. *Poult Sci* 2000; 78:51-59.
- ❖ BELLISLE Y EDITORS. 1998. *Functional Food Science in Europe - Theme Papers* British Diario Journal of Nutrition 80(1):1-193.
- ❖ BETANCOURT L. GONZALO DÍAZ M.S. 2009. Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*linum usitatissimum*)
- ❖ CASTON L.J., SQUIRES, E.J., LEESON S. 1994. Hen performance, egg quality, and the sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary Flax. *Canadian Journal of animal science* 347-353.
- ❖ CORONADO HERRERA, M., VEGA Y LEÓN, S., GUTIÉRREZ TOLENTINO, R., GARCÍA FERNÁNDEZ B., DÍAZ GONZÁLEZ, G. 2006. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. *Reb* 25(3): 72-79.
- ❖ CROS V. 2007. El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes. Aspectos de la producción y calidad de las plantas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. España.
- ❖ DEL POZO S., RUIZ E., VALERO T., ÁVILA J.M., VARELA G. 2013. Alimentos enriquecidos/fortificados. En Libro Blanco de la Nutrición en España. Fundación Española de la Nutrición (FEN). 2013. Lesinguer, S.L.
- ❖ DIPLOCK .1999. Conceptos científicos de la funcionanilidad de la comida en Europa. *Diario British Journal of Nutrition* 81(1):1-27.

- ❖ DUKE J.A. 2002. Handbook of Medicinal Herbs, Boca Raton, CRC Press.
- ❖ DWECK A.C. 2001. Purslane-Portulaca oleracea the global panacea. http://www.dweckdata.cm/Published_papers/Portulaca_oleracea.pdf.
- ❖ EBEID T, EID Y, SALEH A, ABD EL-HAMID H. 2008. Ovarian follicular development, lipid peroxidation, antioxidative status and immune response in laying hens fed fish oil-supplemented diets to produce n-3-enriched eggs. *Animal*, 2(1):84-91
- ❖ EBEID T.A. 2011. The impact of incorporation of n-3 fatty acids into eggs on ovarian follicular development, immune response, antioxidative status and tibial bone characteristics in aged laying hens. *Animal* 5:10, 1554-1562.
- ❖ EZEKWE, M.O., T.R. OMARA-ALWALA AND T. MEMBRAHTU. 1999. Nutritive characterization of purslane accessions as influenced by planting date. *Plant Foods. Hum Nutr.* 54(3): 183-191.
- ❖ FERRIER, L.K., CASTON, L.J., LEESON, S., SQUIRES, J., WEAVER, B., HOLUB, B.J. 1995. A-linolenic acid- and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62: 81-86.
- ❖ FOLCH, J., LEES, M., STANLEY, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497–509.
- ❖ HERNÁNDEZ BERMEJO J.E., LEÓN J. 1994. Neglected crops 1492 from a different perspective. *FAO Plant Production and Protection Series* nº 26.
- ❖ HOWE P., MEYER B., RECORD S., AND BAGHURST K 2006 Dietary intake of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition* 22, 47–53.
- ❖ INSTITUTO DEL ESTUDIO DEL HUEVO (INC). 2009. Las tendencias del consumo y del consumidor en el siglo XXI. Editorial Everest.
- ❖ KAYS S.J., DIAS J.C. 1995. Common names of commercially cultivated vegetables of the world in 15 languages. *Economic Botany* 40: 115-152.
- ❖ LIU, G; BIBUS, DM; BODE, AM; MA, W; HOLMAN, RT, DONG, Z. 2001: Omega 3 but not omega 6 fatty acids inhibit AP-1 activity and cell transformation in JB6 cells. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 98(13):7510-7515.
- ❖ MARTÍNEZ DE VICTORIA E., ROS G. 2013. Ingestas dietéticas de referencia. Objetivos nutricionales. Guías alimentarias. En Libro Blanco de la Nutrición en España. Fundación Española de la Nutrición (FEN). 2013. Lesinguer, S.L.

- ❖ OMARA-ALWALA T.R., MEBRAHTU T., PRIOR D.E., EZEKWE M.O. 1991. Omega-3 fatty acids in purslane (*Portulaca oleracea*) tissues: *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 68: 198-199.
- ❖ PALANISWAMY U.R., MCAVOID R.J. AND BIBLE B.B. 2001. Stage of Harvest and Polyunsaturated Essential Fatty Acid Concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae*) Leaves. *J.Agric.Food Chem.* 49:3490-3493.
- ❖ PALANISWAMY, U.R., BIBLE, B.B. AND MCAVOY, R.J. 2004. Oxalic acid concentrations in purslane (*Portulaca oleraceae* L) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. *Scientia Horticulturae* 102:267-275.
- ❖ PATTERSON P, KOELKEBECK D, BELL J, CAREY K, DARRE M. Egg marketing national supermarkets: specialty eggs- Part 2. *Poult Sci* 2001; 80: 390-395.
- ❖ PARPINELLO G.P., MELUZZI A., SIRRI F., TALLARICO N., VERSARI A. 2006. Sensory evaluation of egg products and eggs laid from hens fed diets with different fatty acid composition and supplemented with antioxidants. *Food Research International* 39, 47-52.
- ❖ SIMOPOULOS A.P., ARTEMIS P., NORMAN H.A., GILLAPSY J.E., DUKE J.A., 1992. Common purslane: A source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *J. Amer. College Nutr.*, 11, 374-382.
- ❖ SERRA L, ARANCETA J. 2001. Objetivos nutricionales para la población española. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. En: *Guías Alimentarias para la población española*. Madrid .Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). 2001.
- ❖ SIMOPOULOS A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 56:365-379.
- ❖ ZOTTE A.D. TOMASELLO F. IGINO ANDRIGHETTO I. 2005. The dietary inclusion of *Portulaca oleracea* to the diet of laying hens increases the n-3 fatty acids content and reduces the cholesterol content in the egg yolk. *Ital. J. Anim. Sci.* V. 4: 157-159.
- ❖ HUEVO.ORG.ES con colaboración del ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente

CAPÍTULO 8. ANEXOS

ANEXO I: HOJA DE VALORACIÓN DE CATA DE HUEVOS

Nombre _____ Fecha _____

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra de huevo, indique el grado en que le gusta o desagrada cada muestra. Marque el número correspondiente a la descripción que Ud. considere apropiado. Recuerde tomar agua entre muestras.

Escala de valoración:

1	2	3	4	5
Me desagrada mucho	Me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me gusta poco	Me gusta mucho

YEMA+CLARA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Apariencia General			

YEMA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color			
Aroma			
Textura			
Sabor			

CLARA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color			
Aroma			
Textura			
Sabor			

YEMA+CLARA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Aceptación Global			

GRACIAS POR SU COLABORACION

ANEXO II: EJEMPLO RESULTADOS ANALISIS CROMATOGRÁFICOS DE HUEVOS

Quantitation Report (QI Reviewed)

Data Path : C:\msdchem\1\data\USUARIOS\2015\EVA ARMERO\150310\
 Data File : 167-5_3.D
 Acq On : 11 Mar 2015 7:01
 Operator : MJ
 Sample : 16/07
 Misc :
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1

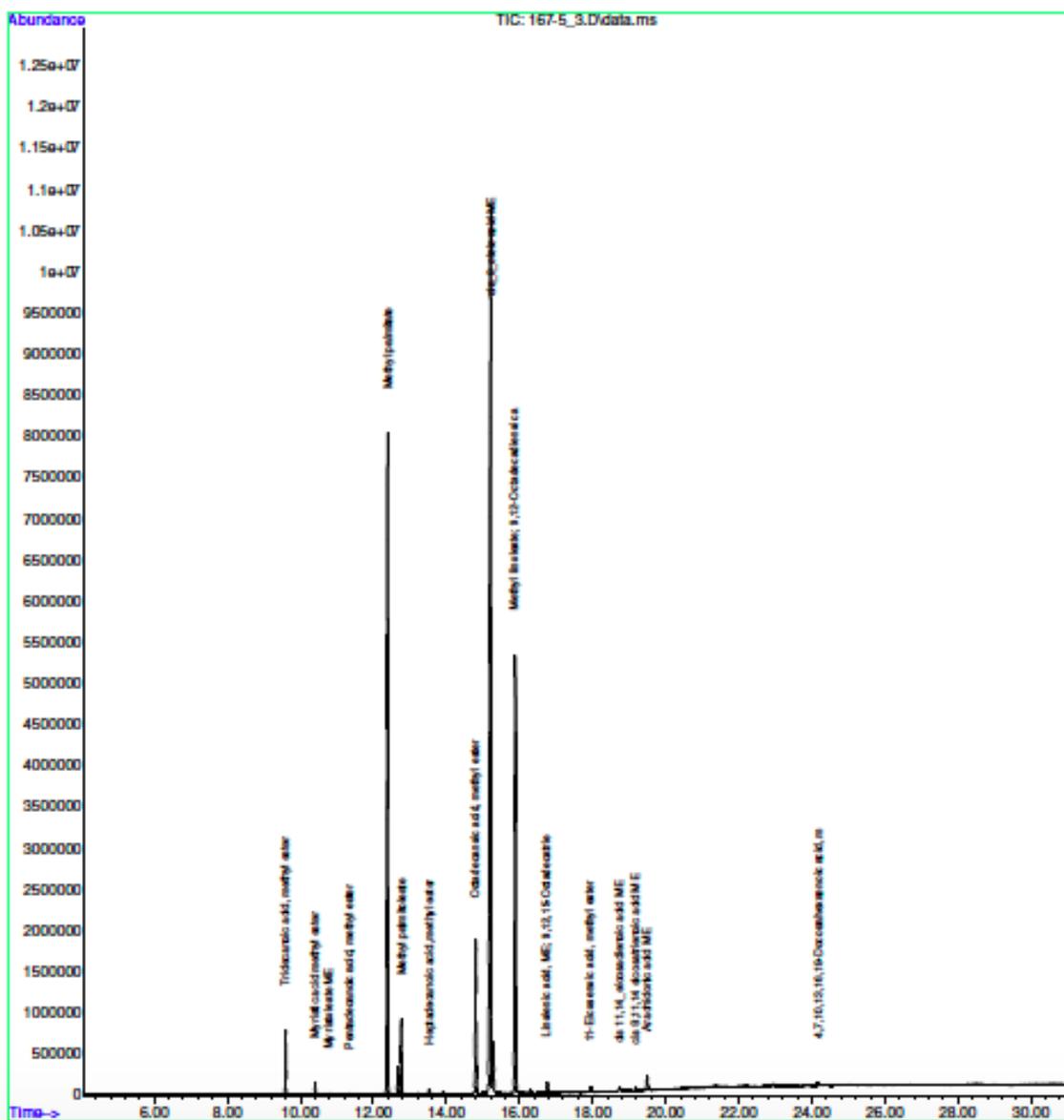
Quant Time: May 03 07:56:09 2015
 Quant Method : C:\msdchem\1\methods\FATTYACID_2015RT_RC37.m
 Quant Title : 110222RC_37STD
 QLast Update : Thu May 01 21:54:01 2014
 Response via : Initial Calibration

Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)	
Target Compounds							Qvalue
1) Hexanoic acid, methyl ...	0.000		0		N.D.		
2) Octanoic acid, methyl ...	0.000		0		N.D.		
3) Decanoic acid, methyl ...	0.000		0		N.D.		
4) Undecanoic acid, methy...	0.000		0		N.D.		
5) Methyl Laurate	0.000		0		N.D.		
6) Tridecanoic acid, meth...	9.601	74	2285837	13.09	ppm		95
7) Myristic acid methyl e...	10.408	74	481158	1.37	ppm		95
8) Myristoleate ME	10.802	55	28738m	0.47	ppm		
9) Pentadecanoic acid, me...	11.328	74	54529	0.33	ppm	#	71
10) 9-Octadecenoic acid (Z...	0.000		0		N.D.		
11) Methyl palmitate	12.389	74	30501788	59.84	ppm		94
12) Methyl palmitoleate	12.764	55	1229059	26.22	ppm	#	71
13) Heptadecanoic acid, me...	13.534	74	219378	1.08	ppm		92
14) cis10_heptadecanoic ac...	0.000		0		N.D.	d	
15) Octadecanoic acid, met...	14.804	74	7378340	23.76	ppm		96
16) Trans_9_elaidic acid ME	0.000		0		N.D.	d	
17) cis_9_oleic acid ME	15.208	55	18786533	179.50	ppm		98
18) Methyl linolelaidate: ...	0.000		0		N.D.	d	
19) Methyl linoleate; 9,12...	15.890	67	10146198	178.49	ppm		96
20) Methyl gamma linolenst...	0.000		0		N.D.	d	
21) Linolenic acid, ME; 9,...	16.764	79	285021	4.45	ppm		96
22) Methyl arachidate	0.000		0		N.D.	d	
23) 11-Eicosenoic acid, me...	17.952	55	72695	1.39	ppm		82
24) cis 11,14_eicosadienoi...	18.734	67	83860	1.67	ppm		87
25) Heneicosanoic acid, me...	0.000		0		N.D.		
26) cis 8,11,14_eicosatrie...	19.191	79	47257m	1.03	ppm		
27) Arachidonic acid ME	19.496	79	310864	6.12	ppm		96
28) 11,14,17-Eicosatrienoi...	0.000		0		N.D.	d	
29) Methyl behenate	0.000		0		N.D.		
30) 5,8,11,14,17-Eicosapen...	0.000		0		N.D.		
31) Methyl erucate	0.000		0		N.D.		
32) cis 13,16_docosadienoi...	0.000		0		N.D.		
33) Tricosanoic acid, meth...	0.000		0		N.D.		
34) Methyl lignocerate	0.000		0		N.D.		
35) Methyl nervonate	0.000		0		N.D.		
36) 4,7,10,13,16,19-Docosa...	24.179	79	101177	2.33	ppm		98

(#) - qualifier out of range (m) - manual integration (+) - signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\data\USUARIOS\2015\EVA ARMERO\150310\
 Data File : 167-5_3.D
 Acq On : 11 Mar 2015 7:01
 Operator : MJ
 Sample : 16/07
 Misc :
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1

Quant Time: May 03 07:56:09 2015
 Quant Method : C:\msdchem\1\methods\FATTYACID_2015RT_RC37.m
 Quant Title : 110222RC_37STD
 QLast Update : Thu May 01 21:54:01 2014
 Response via : Initial Calibration



ANEXO III: RESULTADOS ANOVAS ACIDOS GRASOS

Tabla ANOVA para C18:2 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	31,253	1	31,253	2,77	0,1019
Intra grupos	586,07	52	11,2706		
Total (Corr.)	617,323	53			

Tabla de Medias para C18:2 según Tratamiento con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	32,0399	0,715751	31,0243	33,0555
1	32	30,4916	0,593469	29,6495	31,3336
Total	54	31,1224			

Tabla ANOVA para C18:0 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2,3077	1	2,3077	3,64	0,0619
Intra grupos	32,9538	52	0,633727		
Total (Corr.)	35,2615	53			

Tabla de Medias para C18:0 según Tratamiento con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	5,51312	0,169723	5,2723	5,75394
1	32	5,93385	0,140727	5,73417	6,13353
Total	54	5,76244			

Tabla ANOVA para C18:1 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	57,264	1	57,264	6,16	0,0163
Intra grupos	483,295	52	9,29414		
Total (Corr.)	540,559	53			

Tabla de Medias para C18:1 según Tratamiento con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	32,7324	0,64997	31,8101	33,6547
1	32	34,8282	0,538927	34,0635	35,5929
Total	54	33,9744			

Tabla ANOVA para C20:4 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,0230795	1	0,0230795	0,06	0,8096
Intra grupos	20,4556	52	0,393376		
Total (Corr.)	20,4786	53			

Tabla de Medias para C20:4 según Tratamiento
con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	1,752	0,133719	1,56226	1,94173
1	32	1,79407	0,110874	1,63675	1,95139
Total	54	1,77693			

Tabla ANOVA para C16:1 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2,50424	1	2,50424	2,29	0,1363
Intra grupos	56,8758	52	1,09377		
Total (Corr.)	59,3801	53			

Tabla de Medias para C16:1 según Tratamiento
con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	6,22644	0,222972	5,91007	6,54282
1	32	5,78817	0,184879	5,52584	6,05049
Total	54	5,96672			

Tabla ANOVA para C15:0 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,000803728	1	0,000803728	0,77	0,3858
Intra grupos	0,0546298	52	0,00105057		
Total (Corr.)	0,0554336	53			

Tabla de Medias para C15:0 según Tratamiento
con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar (s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	0,0974791	0,00691038	0,0876738	0,107284
1	32	0,0896274	0,00572979	0,0814973	0,0977574
Total	54	0,0928262			

Tabla ANOVA para C14:0 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,00690665	1	0,00690665	1,18	0,2822
Intra grupos	0,304097	52	0,00584803		
Total (Corr.)	0,311004	53			

Tabla de Medias para C14:0 según Tratamiento
con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar		
			(s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	0,392886	0,016304	0,369752	0,41602
1	32	0,369869	0,0135185	0,350687	0,389051
Total	54	0,379246			

Tabla ANOVA para C13:0 según Tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1,06425	1	1,06425	0,94	0,3367
Intra grupos	58,8546	52	1,13182		
Total (Corr.)	59,9189	53			

Tabla de Medias para C13:0 según Tratamiento
con 95,0 intervalos LSD

Tratamiento	Frec.	Media	Error Estándar		
			(s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
0	22	4,42271	0,226818	4,10087	4,74454
1	32	4,137	0,188067	3,87014	4,40385
Total	54	4,2534			

ANEXO IV: RESULTADOS ANOVAS DEL COLOR

CLARA

Tabla ANOVA para L según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	267,215	1	267,215	4,55	0,0358
Intra grupos	4812,27	82	58,6862		
Total (Corr.)	5079,49	83			

Tabla ANOVA para a según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	250,263	1	250,263	15,84	0,0001
Intra grupos	1295,66	82	15,8007		
Total (Corr.)	1545,92	83			

Tabla ANOVA para b según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2,32667	1	2,32667	0,06	0,8081
Intra grupos	3213,29	82	39,1865		
Total (Corr.)	3215,62	83			

YEMA

Tabla ANOVA para L según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	9,54789	1	9,54789	1,51	0,2225
Intra grupos	518,215	82	6,31969		
Total (Corr.)	527,763	83			

Tabla ANOVA para a según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1,17387	1	1,17387	3,39	0,0693
Intra grupos	28,4112	82	0,346478		
Total (Corr.)	29,585	83			

Tabla ANOVA para b según tratamiento

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	14,0058	1	14,0058	4,38	0,0395
Intra grupos	262,363	82	3,19954		
Total (Corr.)	276,368	83			