

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Práctica dirigida en la empresa Multinacional DSM Nutritional Products® Costa Rica, en el área de elaboración de premezclas para alimentación animal y servicio de calidad de huevo.

Karla Zeledón Sánchez

Práctica presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2017

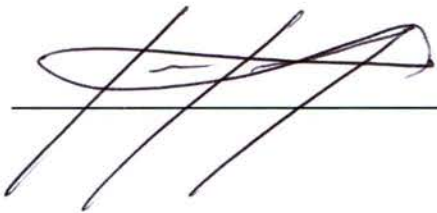
TRIBUNAL EXAMINADOR

Esta práctica fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

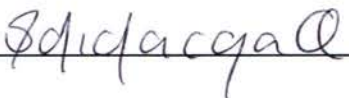
Ing. Catalina Salas Durán. Ph. D.
Directora de Práctica




Ing. Carlos Campos Granados Lic.
Miembro del tribunal



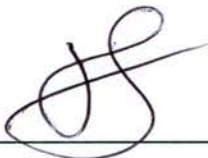
Ing. Sofía Macaya Quirós. M. Sc.
Miembro del tribunal



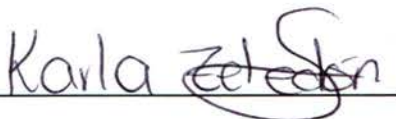
Ing. Sebastián Dorado Montenegro. M.Sc
Miembro del tribunal



Ing. Sergio Salazar Villanea Ph. D.
Miembro del Tribunal



Bach. Karla Zeledón Sánchez.
Sustentante



DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios por ser el dueño y señor de mi vida.

A mi madre Nury Sánchez Aragonés que fue mi mayor soporte en todos los años de estudios y sacrifico su vida por mí.

A mi familia por el apoyo durante estos años y ser mi soporte en días de debilidad.

A mi novio Carlos Ramírez Jiménez porque sin él no hubiera podido hacer el formato de este trabajo y por ser mi apoyo de vida.

A la profesora Catalina Salas por tanto y por guiarme en mi camino profesional.

A mis compañeros de DSM Costa Rica por ayudarme tanto y tenerme paciencia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que he sido mi roca y fuerza y que todos mis pasos en la vida han sido suyos desde el día de mi nacimiento.

A mis padres que con tanto esfuerzo sacrificaron su vida para lograr algún día verme toda una profesional.

A mi familia entera por todo su apoyo.

A mi novio Carlos Ramírez porque es más que un compañero universitario, es mi compañero de vida.

A la profesora Catalina Salas por confiar en mi plenamente y ayudarme a crecer como profesional.

A todos mis compañeros de DSM Costa Rica por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
1. TRIBUNAL EXAMINADOR	ii
2. DEDICATORIA	iii
3. AGRADECIMIENTOS	iii
4. ÍNDICE DE CONTENIDO	v
5. ÍNDICE DE CUADROS	viii
6. ÍNDICE DE ANEXOS	x
7. RESUMEN	xi
8. INTRODUCCIÓN	1
9. OBJETIVOS	3
Objetivo general:	3
Objetivos específicos:	3
10. CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 INDUSTRIA DE ADITIVOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	4
INGREDIENTES AMPLIAMENTE UTILIZADOS EN PREMEZCLAS	5
1.2.1 Minerales	5
1.2.2 Vitaminas	8
1.2.3 Aminoácidos Industriales	10
1.2.4 Enzimas exógenas	12
1.2.5 Pigmentos	13
2.1 CALIDAD DEL HUEVO	15
2.1.1 El huevo y el consumidor final	15
2.1.2 NUTRICIÓN DEL AVE Y LA CALIDAD DEL HUEVO	17
2.1.2.1 La calidad interna del huevo	17
2.1.2.2 La calidad externa del huevo	18
3.1 PRINCIPALES CAUSAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO	20
3.1.1 Calidad externa del huevo	20

3.1.2 Calidad interna del huevo: yema y clara	23
11. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	27
Variables analizadas en el huevo y su respectivo procedimiento de medición	28
Variables externas o no invasivas	29
Variables internas o invasivas	31
Reporte de resultados	35
12. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1 Reseña histórica de la empresa DSM Nutritional Products y generalidades de la planta de premezclas nutricionales para animales	36
3.2 Descripción de actividades de los diferentes departamentos de DSM Nutritional Products Costa Rica	39
Departamento de Calidad y Seguridad laboral, Salud y Medio ambiente (SHE)	39
Departamento de mantenimiento	41
Departamento de logística o “Planning”	42
Departamento de compras	43
Departamento de producción	44
Departamento de Ventas	44
Departamento de Mercadeo	45
3.3 Generalidades de la empresa DSM Nutritional Products Costa Rica	46
Diseño de las instalaciones	46
3.3.2 Distribución de áreas	46
Área de proceso	47
Área de recepción y despacho	47
Equipo de producción	47
Proceso de producción	47
Formulación	48
Adición de ingredientes y mezclado	50
Secuencia de producción	51

Despacho, distribución y transporte	52
3.2 ANÁLISIS DE CALIDAD DE HUEVO PARA CLIENTES ESPECÍFICOS DE LA EMPRESA DSM NUTRITIONAL PRODUCTS, COSTA RICA	53
Resultados generales de calidad de huevo para diez granjas específicas y huevos de tres supermercados de Costa Rica	53
<i>Características internas: componentes de la albumina y de la yema</i>	59
Calidad de huevo según días y condiciones de almacenamiento	65
13. CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
14. ANEXO	70
15. CAPITULO V. BIBLIOGRAFIA	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Principales vitaminas, presentación natural y comercial, función en el organismo y sus síntomas deficiencia.....	9
2.	Aminoácidos sintéticos, su función, pureza y presentación.....	11
3.	Enzimas utilizadas en la alimentación animal y su sustrato de acción.....	12
4.	Principales problemas de la cáscara del huevo y su descripción.....	30
5.	Parámetros cualitativos del huevo (Unidades Haugh) para el consumidor.....	34
6.	Defecto en la cáscara del huevo y su porcentaje de aparición en las 10 granjas analizadas de Costa Rica.....	59
7.	Variables internas y externas de calidad de huevo de las granjas A y B, con diferentes días de almacenamiento.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Medición del grosor de la cáscara con micrómetro digital.....	31
2.	Superficie de medición del huevo	32
3.	QCH Albumen Heigh Gauge	32
4.	Medición del ancho y largo de la yema	33
5.	Organigrama de la empresa DSM Nutritional Products Centroamérica y Caribe	38
6.	Tareas realizadas por el departamento de calidad de DSM Nutritional Products Costa Rica	41
7.	Distribución de las principales áreas de DSM Nutritional Products Costa Rica.....	46
8.	Secuencia de producción por especie DSM Nutritional Products Costa Rica.....	51
9.	Resultados promedio y su respectivo coeficiente de variación para las siete granjas analizadas de Costa Rica.....	54
10.	Grosor de cáscara de siete granjas de Costa Rica vrs estudio realizado en Japón, Kashimiro 2017	56
11.	Representación gráfica de la correlación entre la edad del ave y el peso del huevo.....	58
12.	Distribución de las Unidades Haugh promedio de las diez granjas analizadas de Costa Rica.....	61
13.	Representación gráfica de la coorelación entre la edad de las aves y las Unidades Haugh.....	62
14.	Técnica de “Candling”	63
15.	Representación gráfica de la coorelación entre la edad de las aves y las Unidades Haugh.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1.	Ejemplo de informe de calidad de huevo por granja.....	70
2.	Flujo de producción DSM Nutritional Products Costa Rica.....	72

RESUMEN

La producción pecuaria se encuentra constantemente con retos de adaptación al mercado y sus exigencias en el área de calidad e inocuidad alimentaria y bienestar animal. Con el presente trabajo se busca contribuir con el desarrollo y mejora de las actividades de una empresa productora de núcleos y premezclas nutricionales para animales y que desea iniciar con un servicio de control de calidad de huevo comercial para la Industria avícola del país.

Se participó activamente en todas las secciones que componen una empresa dedicada a la nutrición animal, especializada en la producción de premezclas, con el objetivo final de generar beneficios a los productores pecuarios y a la empresa.

Asimismo, se generó un protocolo de muestreo y de análisis de calidad de huevo. Durante el desarrollo del mismo se analizaron huevos que permitieron generar información relevante de los ovoproductos que llegan a manos del consumidor final. Para los análisis correspondientes se utilizaron instrumentos especializados para la medición de altura del albumen y la yema, peso de componentes del huevo, superficies específicas para la medición de manchas de sangre, carne o deformidades e instrumentos digitales para la medición de las dimensiones del huevo y el grosor de la cáscara.

Se analizaron 3022 huevos de aves color marrón, los cuales se encuentran dentro de la categoría de peso de "L" ya que el peso promedio es de 64,35 gramos (C.V. 8,64%), la forma del huevo es elíptica (77,59 índice morfológico) (C.V.4,23%), la mayoría de los problemas externos de la cáscara son la decoloración y contaminantes que forman una cáscara granulosa. El grosor de la cáscara fue de 348,04 um (C.V. 8,10%) lo que indica que el huevo se encuentra justo en el límite esperado para un huevo comercial.

A nivel interno que incluye el albumen y la yema, las Unidades Haugh de 87,10 (C.V 14,79%) indica que el huevo se ubica dentro de la categoría del consumidor de muy bueno y el índice de yema indica que todos los huevos analizados se encontraban frescos. Un resultado a tomar en consideración, que puede ser relevante para el mercado es el porcentaje de manchas de sangre y carne, que pueden causar rechazo por parte del consumidor.

Todos estos resultados fueron entregados al productor generando un incremento en el interés de las mediciones de calidad de su producto, permitiéndole tomar decisiones de índole nutricional, generando un aumento en la solicitud del servicio y creando expectativas positivas para la empresa.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la población mundial y su demanda de alimentos de calidad e inocuos, ha llevado a las diversas empresas pecuarias a buscar soluciones a problemáticas como el rendimiento animal, la salud animal y la digestibilidad de alimentos. Estas soluciones no deben ser dañinas para la salud del ser humano y del animal, buscando siempre garantizar una mejora continua del medio ambiente (Troncoso 2015).

Según Ravindran (2012), para que el sector pueda cumplir esta demanda de productos inocuos y de calidad se deben cumplir aspectos como:

- Aplicar una amplia gama de tecnología de procesamiento y de ingeniería de fabricación de alimentos, buscando la automatización, disminuyendo los riesgos de errores y protegiendo la integridad del trabajador.
- Hacer uso de coproductos, subproductos y aditivos especializados para la alimentación animal. El uso de subproductos y aditivos especializados no solo permiten obtener alimentos que cumplan las necesidades biológicas de proteína y energía de los animales, sino que también aporta minerales, vitaminas, enzimas, aminoácidos entre otros, que mejoran la salud animal, su rendimiento y la calidad del producto que brindan. En el mercado de alimentos para animales no solo se encuentran aditivos nutricionales, sino también aquellos que mejoran la calidad del alimento en aspectos organolépticos y aumentan la eficiencia de absorción en el animal.
- Patrocinar la investigación sobre la nutrición animal y bienestar animal por medio de convenios con entidades públicas, privadas y universidades.
- Involucrar cada vez más al consumidor en el proceso de obtención del alimento siempre asegurando que los mismos sean asequibles.

Por tanto, tomando en cuenta este último aspecto, el aplicar todas las medidas favorecedoras para el animal no es suficiente si no se involucra al consumidor y se le ofrecen alternativas para garantizar la calidad de los productos que consumirá, esto se puede lograr implementando monitoreo de materias primas como la leche, el huevo o

la carne permitiendo así prevenir y detectar cualquier factor que contribuya o cause el deterioro de la calidad de los productos con anterioridad.

El desarrollo en el sector pecuario en el área de calidad de alimentos y de aditivos nutricionales/ no nutricionales tiene el fin primordial de brindarle alimentos atractivos y nutritivos y que salvaguardan al consumidor final.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Contribuir en el desarrollo de actividades productivas de una empresa multinacional dedicada al desarrollo, comercialización, investigación y venta de vitaminas y aditivos nutricionales para la producción animal.

Objetivos específicos:

1. Participar en el desarrollo de las diferentes actividades de una empresa cuyo objetivo principal es la nutrición y salud animal.
2. Conocer diversos aspectos que involucran el manejo general de una planta de premezclas para la nutrición animal.
3. Colaborar con los procesos de elaboración de premezclas para alimentación animal
4. Llevar a cabo el servicio de análisis de calidad de huevo a los clientes de la empresa por medio de un protocolo estandarizado.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 INDUSTRIA DE ADITIVOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

El crecimiento acelerado de la población y su demanda por alimentos saludables e inocuos ha permitido incrementar cada vez más la eficiencia de la producción animal. Para lograrlo se han hecho mejoras genéticas en los animales y se ha tratado que los mismos aprovechen al máximo los nutrientes que se les suministra, para así lograr un mayor crecimiento y conversión alimenticia (Castro 2005). Debido a esto, a nivel nacional y mundial se desarrollaron empresas que apoyan con sus productos y servicios la producción animal, generalmente en las áreas de salud y nutrición, asesorías técnicas al productor, producción sostenible y amigable con el ambiente. En conjunto estos aspectos impulsan la prosperidad económica, la inocuidad de los alimentos, la protección ambiental y la salud de la población.

La principal función de estas empresas es la entrega de soluciones innovadoras que nutren, protegen y mejoran el rendimiento en el mercado global, entre ellos la producción de ingredientes nutricionales para alimentos para animales (Rivera 2011). En Costa Rica existen diversas empresas que comercializan aditivos y premezclas nutricionales para animales, a medida de los requerimientos solicitados por sus consumidores.

Estas empresas hacen efectivo dentro de los sistemas animales el uso de aditivos, los cuales son definidos según el Reglamento N° 1831/2003 del Parlamento Europeo como sustancias, microorganismos y preparados de materias primas que se añaden intencionalmente a los alimentos balanceados o al agua con el fin principal de realizar una función en particular o un conjunto de ellas (García y García 2015). Existe una amplia gama de aditivos utilizados en los alimentos para animales y los mismos pueden o no aportar algún nutriente, los más utilizados en la fabricación de premezclas incluyen: coccidiostatos, carotenoides, antibióticos, promotores de crecimiento, enzimas, aglomerantes, aromas, saborizantes, acidificantes, antifúngicos, antioxidantes, probióticos, secuestrantes, reguladores de pH ruminal, entre otros (Mateos y García 2000).

Las premezclas en la alimentación animal son definidas según el Reglamento N° 1831/2003 del Parlamento Europeo como la mezcla de uno o más aditivos (nutricionales o no) con materias primas para alimentos balanceados o agua. Las mismas constituyen un paso previo a la fabricación de alimentos balanceados para animales y su principal función es asegurar una óptima distribución de los ingredientes que vienen en menor proporción en el alimento (Mateos y García 2000).

Las funciones de las premezclas nutricionales en los animales y en el producto final pueden ser muy variadas y dependerán de los diversos productos o sustancias activas que posean. Algunas de las funciones más importantes según Mateos y García (2000) son:

- Mantenimiento fisiológico del animal: reacciones ácido base, actividad del corazón, activación de enzimas, acción neuromuscular y transmisión de impulsos nerviosos.
- Comportamiento esperable o adecuado del animal, sin reacciones anómalas o agresivas no comunes.
- Producción de leche, carne, huevos, lana, entre otros.
- Mejoramiento de la calidad del producto final, en puntos como coloración de la carne o yema, adición de ácidos orgánicos a la carne, leche o huevos, suavidad de la carne, mejora en la cáscara del huevo, entre otros.
- Animales en adecuado estado de salud.

INGREDIENTES AMPLIAMENTE UTILIZADOS EN PREMEZCLAS

1.2.1 Minerales

Los minerales, asociados entre ellos, solos o combinados con grupos orgánicos forman parte del organismo animal y cumplen importantes funciones, entre ellas se encuentran la formación de huesos y diversos procesos metabólicos (Fader 2001).

Algunos de los minerales más importantes utilizados en la alimentación animal son:

Calcio

El calcio es el constituyente principal de las estructuras óseas y de la cáscara del huevo en los animales ovíparos, juega un papel muy importante en los procesos de coagulación de la sangre, la reacción rítmica del corazón, la excitabilidad neuromuscular, activación de enzimas, producción de leche y la transmisión de impulsos nerviosos (Mufarrege 2002).

Una carencia del mismo en la dieta de los animales generará problemas de la calidad de la cáscara del huevo, en la producción de leche, raquitismo en animales jóvenes, quebraduras de huesos, desordenes metabólicos como la fiebre de leche (Mufarrege 2002) y un exceso del mismo perjudica la absorción de fósforo, zinc y otros minerales (Mateos y García 2000).

El carbonato cálcico es la principal fuente de calcio, su contenido es de aproximadamente 38% de calcio dependiendo de la riqueza de la calcita (Lesson et al. 2000). Además se busca que la solubilidad de la piedra sea de un 100% y debe lograrse luego de un periodo de tiempo prolongado, ya que esta solubilidad está correlacionada con una liberación lenta de calcio hacia el torrente sanguíneo (Lesson et al. 2000).

Fósforo

El fósforo es un elemento esencial que ayuda a mantener la estructura y soporte del esqueleto, es un componente del Adenosin Trifosfato (ATP) y de los ácidos nucleicos, forma parte de los fosfolípidos, le brinda flexibilidad a las membranas celulares y juega un papel importante en los procesos metabólicos, entre ellos, el equilibrio ácido base, la capacidad tampón, el mantenimiento en la calidad de la cáscara del huevo y la participación en el intercambio de energía (Mateos y García 2000).

Las deficiencias de fósforo en los animales, se traducen en un mal mantenimiento de las estructuras óseas; mientras que el exceso de fósforo es contaminante, aumenta los costos de la dieta y afecta de manera negativa los procesos de calcificación (Mateos y García 2000).

Magnesio

Su función es estructural, permite la formación de huesos, dientes y la cáscara del huevo y también cumple la función metabólica de la estimulación neuromuscular. Niveles altos de magnesio son aconsejables en situaciones de estrés o nerviosismo del animal y su deficiencia produce enfermedades metabólicas en terneros y en vacas lecheras (Mufarrege 1999), en aves de postura es perjudicial ya que se disminuye el consumo de alimento, las heces se humedecen y se generan problemas en la cáscara del huevo (Mateos y García 2000).

Sodio y cloro

Los iones de sodio y de cloruro son el principal catión y anión extracelular del organismo. El cloruro es el principal elemento del jugo gástrico, estos iones son necesarios para la transmisión de los impulsos nerviosos y el desarrollo corporal o crecimiento de las especies productivas (Lizardo 2006).

La carencia de sodio tiene como consecuencia la caída de plumas, comportamientos anómalos y canibalismo en aves; en los porcinos, causa una disminución en el peso y el exceso de sodio incrementa el consumo de agua lo que tiene efectos negativos en la consistencia de las heces (Mateos y García 2000).

Al satisfacer las necesidades de sodio, se debe tomar en cuenta también las necesidades de cloro, ya que excesos de ambos altera negativamente el equilibrio electrolítico, el consumo de alimento y los procesos de calcificación. Si se utilizan en la dieta ingredientes como cloruro de colina y clorhidrato de lisina se debe considerar el cloro que aportan en la formulación (Lesson et al. 2000), además se utiliza el bicarbonato de sodio en rumiantes como neutralizador del pH ruminal.

1.2.2 Vitaminas

Las vitaminas son sustancias de gran importancia para el desarrollo, mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales, ya que tienen participación en el metabolismo y son un componente básico de las coenzimas y enzimas (INATEC 2016). Las plantas y microorganismos son los únicos seres que pueden sintetizar por sí solos las vitaminas necesarias; los seres humanos y los animales perdieron esa facultad a través de la evolución, por tal razón se ven obligados a ingerirlas por medio de la dieta, con excepción de la vitamina D que se sintetiza gracias a la acción de la luz del sol (en casos donde se pueda estar en contacto con la misma sino debe ser ingerida) (Sight life 2014).

Los requerimientos de las vitaminas en animales no están completamente establecidos ya que los mismos varían según el genotipo, etapa de vida y el sistema de producción. Ante esta problemática diversas empresas comercializadoras de vitaminas desarrollan niveles de inclusión óptimas según la etapa de vida del animal y su función productiva, adaptándose a las condiciones de desarrollo de los animales, optimizando su nivel productivo y generando alimentos de excelente calidad para consumo humano. (Barroeta et al 2012).

Las vitaminas se clasifican según su grado de solubilidad en vitaminas hidrosolubles, las cuales son solubles en agua (complejo B y vitamina C) y liposolubles, las cuales son solubles en lípidos (vitamina A, D, E, K) (INATEC 2016).

Las vitaminas más importantes para suplementar por medio de la alimentación, su presentación a nivel natural y comercial, su función a nivel del organismo del animal y los síntomas de deficiencia se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales vitaminas, presentación natural y comercial, función en el organismo y sus síntomas deficiencia.

Vitamina	Presentación a nivel natural	Presentación a nivel comercial	Función en el organismo animal	Síntomas de deficiencia
Vitamina A	A ₁ = Retino ò Retinal/ A ₂ = 3Dehydroretinal	Vitamina A, Retino, Palmitato, Retinal	Visión, síntesis de esteroides, regeneración del epitelio	Retardo en el crecimiento, ceguera, problemas en la piel y susceptibilidad a infecciones
Vitamina D	D ₂ = Ergocalciferol / D ₃ = Colecalciferol	Vitamina D ₂ / Vitamina D ₃ fijada o protegida	Absorción y fijación del calcio (D ₂ no tiene efecto en aves)	Raquitismo y Osteomalacia
Vitamina E	αTocoferol	dl- αTocoferol y dl- αTocoferol acetato	Antioxidante y estimulante de las defensas del cuerpo	Distrofia muscular, diabetes y encefalomalacia
Vitamina K	K ₁ =Filoquinona/ K ₂ = Menaquinona	K ₁ / K ₂ = Menadiona	Anticoagulante	Hemorragias, Anemia
Vitamina B1	Tiamina	Tiamina Monohidrato	Degradación de los azúcares	Polineuritis del pollo
Vitamina B2	Riboflavina	Riboflavina-5-fosfato de sodio / Riboflavina	Transporte de H ₂	Crecimiento retardado, debilidad en las patas, parálisis
Vitamina B6	Piridoxina / Piridoxal / Piroxidamina	Hidroxino de Piridoxina	Permite la cadena respiratoria	Bajo apetito, bajo crecimiento, problemas de piel
Vitamina B12	Cianocobalamina / Metilcobalamina	Cianocobalamina / Hidroxicobalamina	Co-factor en la síntesis de ácidos nucleicos	Bajo crecimiento
Ácido Pantoténico	Co-enzima A	Calcio y Sodio Pantotenato	Intervenciones entre aminoácidos, carbohidratos y ácidos grasos	Perdidas de peso, problemas en la piel y desordenes del sistema nervioso
Niacina	Ácido nicotínico / Nicotinamida	Ácido nicotínico / Nicotinamida	Grupo activo que forma enzimas de la cadena respiratoria	Bajo crecimiento, dermatitis y debilidad en las patas
Ácido Fólico	Pteroylmono glutamate	Ácido Fólico	Biosíntesis de los ácidos nucleicos	Bajo crecimiento, anemia y debilidad en las patas
Biotina	Biotina libre y combinada	D-biotina	Coenzima en la síntesis de ácidos grasos y aminoácidos	Problemas en la piel, crecimiento retardado y problemas pódales
Colina	Colina (éster)	Cloruro de Colina	Componente de los fosfolípidos	Bajo crecimiento, perosis e hígado graso
Vitamina C	Ácido ascórbico / Dehidroascórbico	Ácido ascórbico / Ascorbato de Sodio o Calcio	Corticoesteroide Generación de hormonas	Baja resistencia al estrés

1.2.3 Aminoácidos Industriales

Los aminoácidos son moléculas nitrogenadas simples que contienen una molécula hidrocarbonada, que tienen un valor energético y proteico (Mateos y García 2000). Las funciones más importantes de los aminoácidos en el cuerpo animal según García (2014) son las siguientes:

- Formación de péptidos y proteínas: formación de músculo, proteína de la leche y proteína del huevo.
- Funciones de neurotransmisor por parte de la glicina y el glutamato.
- Formación de aminas biógenicas.
- Mediador de reacciones químicas en el cuerpo por medio de la metionina en su forma S-adenosil-metionina.
- Síntesis de aminoazúcares, aminoalcoholes, carnitina, creatina, ácidos biliares, poliaminas y hormonas tiroideas.

En las dietas de los animales monogástricos, los aminoácidos sintéticos como lisina, metionina, triptófano y treonina son utilizados de manera rutinaria (Lesson et al. 2000).

En el Cuadro 2, se presentan los aminoácidos más utilizados en la alimentación animal, su función en el cuerpo, su pureza y presentación.

Cuadro 2. Aminoácidos sintéticos, su función, pureza y presentación.

Aminoácido	Funciones	Presentación	Referencias
Lisina	<p>Garantiza la absorción adecuada del calcio.</p> <p>Mantiene el equilibrio de nitrógeno en animales adultos.</p> <p>Permite la producción de anticuerpos.</p> <p>Ayuda a la formación de colágeno.</p>	Sal (clorhidrato de lisina-L-lisina)	
Metionina	<p>Antioxidante de gran alcance</p> <p>Fuente de azufre.</p> <p>Previene la acumulación de grasa en el hígado o arterias al permitir la descomposición de las grasas.</p> <p>Esencial para la formación de colágeno.</p> <p>Ayuda a contrarrestar la debilidad muscular.</p>	<p>Dos formas: DL-metionina y DL-2hidroxi-4-metiltiobutanoico, los mismos son obtenidos de la síntesis de metiltiol, metano, propileno y amoniaco.</p> <p>Sólida y tiene una pureza de un 99%</p>	
Triptófano	<p>Promueve la creación de anticuerpos.</p> <p>Disminuye la agresividad de los animales al ser precursor de la serotonina.</p> <p>Estimula el sistema inmune.</p> <p>Induce el crecimiento.</p>	<p>Se obtiene de la fermentación de la glucosa o diversos productos carbonatados, tiene una pureza del 98% y una proteína cruda de 85-86%.</p>	<p>García (2014), Lesson et al (2000) y Mateos y García (2000)</p>
Treonina	<p>Importante en la formación de colágeno, elastina y esmalte en los dientes.</p> <p>Utilizada para la síntesis de mucina.</p> <p>Actúa como percusor de la glicina y la serina en el metabolismo.</p> <p>Previene la acumulación de grasa en el hígado.</p>	<p>La treonina se obtiene mediante la fermentación de microorganismos o por la hidrólisis de proteína con usos farmacéuticos, el producto comercial utilizado en la fabricación de alimentos tiene una pureza de un 98% y una proteína cruda entre 73-74%.</p>	

1.2.4 Enzimas exógenas

El potencial nutricional de diversas materias primas no es aprovechado en su totalidad, debido a diversos factores tales como: compuestos antinutricionales, demanda de nutrientes (etapa fisiológica del animal), concentración, composición nutricional y la falta de enzimas digestivas que rompan los enlaces químicos y la liberación de los nutrientes (Nagashiro 2009).

Las investigaciones en las últimas décadas han permitido la obtención de enzimas específicas para cada sustrato, esto ha impulsado la creación de enzimas que son utilizadas en la alimentación animal y a un precio sustentable (Ravindran 2010).

El uso de las enzimas exógenas permite reducir los efectos antinutricionales de diversas materias primas como el trigo, la harina de soya, leguminosas y subproductos vegetales, liberando los nutrientes de manera que el animal los pueda utilizar para el mantenimiento, la producción de leche, de carne o huevos (Ravindran 2010).

Las enzimas más utilizadas y su materia prima de acción se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Enzimas utilizadas en la alimentación animal y su sustrato de acción

Enzima	Sustrato de acción
Xilanasas y B-Glucanasas	Degradación de factores antinutricionales de granos de cereales como el trigo, centeno y cebada.
Alfa-galactosidasas y B-mananasas	Degradación de factores antinutricionales de la harina de soya y leguminosas.
Fitasas	Mejorar la absorción de fósforo, por medio de la degradación de diversas proporciones de fósforo-fitato de ingredientes vegetales.
Proteasas	Mejorar la digestibilidad de las proteínas de fuente vegetal.
Amilasas	Degradación de la fracción indigestible del almidón a nivel ileal de granos y leguminosas en grano.
Lipasas	Degradación de los componentes lipídicos de los alimentos.

Fuente: Nagashiro 2009

1.2.5 Pigmentos

Los pigmentantes más utilizados en la alimentación animal son los carotenoides, los cuales aportan beneficios en la salud animal, valor agregado como fuente de antioxidantes en el producto final, no contaminan el medio ambiente y benefician al ser humano, ya que los mismos son una excelente fuente de antioxidantes, porque permiten combatir los radicales libres o compuestos activados del oxígeno que son dañinos para las células humanas y causan enfermedades cardiovasculares, cáncer, envejecimiento entre otras (DSM Nutritional Products 2014).

Asimismo, la utilización de carotenoides amarillos y rojos idénticos a los encontrados en la naturaleza contribuye a minimizar la contaminación ambiental, ya que la extracción natural genera deforestación, un alto consumo de energía y emisiones de CO₂ y SO₂ (DSM Nutritional Products 2014).

1.2.5.1 Carotenoides en la nutrición animal

Los carotenoides han sido conocidos históricamente como los compuestos con propiedades especiales para la coloración de la carne de salmón, la carne de pollo y de la yema del huevo, además promueven un adecuado desarrollo del embrión y le brinda capacidad antioxidante al huevo (Cisneros 2016).

Otros beneficios de los carotenoides son: la regulación de los factores de transcripción celulares, propiciación de la diferenciación celular, regulación de la proliferación celular, regulación de la comunicación celular y mejoramiento del sistema inmune (Cisneros 2016).

En la alimentación animal existen dos grandes grupos de carotenoides, en el primero de ellos se utilizan alcoholes para extraer las moléculas de carotenoides de fuentes naturales para luego estabilizarlos con NaOH, estos son los llamados carotenoides extraídos y los segundos son moléculas idénticas de carotenoides a las

encontradas en la naturaleza como por ejemplo la Cantaxantina y el Apo-ester (DSM Nutritional Products 2014).

El proceso de absorción de los carotenoides en el cuerpo del animal, según Cisneros (2016) se da de la siguiente manera:

- 1- Emulsificación de los carotenoides.
- 2- Solubilización.
- 3- Difusión a través de agua.
- 4- Permeación a través de la capa de los enterocitos.
- 5- Incorporación a partículas de lipoproteínas.
- 6- Liberación en la circulación por medio de las vías linfáticas.
- 7- Absorción en el yeyuno.

Los carotenoides son liberados gracias a la matriz de enzimas digestivas, incluyendo la lipasa y se emulsiona por la acción de las sales biliares y los fosfolípidos, además los carotenoides participan en la emulsión de triglicéridos de la dieta y otros nutrientes solubles en grasas como la vitamina A, E, K y D3 (Cisneros 2016).

1.2.5.2 Carotenoides y coloración de la yema de huevo

El proceso de pigmentación del huevo se divide en dos fases: la primera es la de saturación y consiste en la deposición de carotenoides amarillos para crear una base color amarillo, esta fase es importante para asegurar que el color se distribuya uniformemente y la segunda fase es la adición de carotenoides rojos, esta fase es llamada “la fase de cambio de color”, ya que cambia el color a anaranjado. Una falta de homogeneidad del color es en muchos casos consecuencia de una baja estabilidad de los carotenoides amarillos extraídos (DSM Nutritional Products 2014).

El color de la yema de huevo se expresa en equivalentes de beta-caroteno (BCE), cuando los equivalentes están por encima de 20 ppm son necesarias concentraciones más altas de apo-ester en la alimentación (más de 40 ppm) para cumplir los requerimientos de color, como por ejemplo en huevos utilizados para la producción de pasta (DSM Nutritional Products 2014). Es importante mencionar que

diversos factores relacionados con el estrés en las aves, como micotoxinas en el alimento o enfermedades que causan trastornos gastrointestinales o del hígado, parásitos o virus, causan perturbaciones en cualquiera de las fases de coloración y por tanto disminuirá la deposición de carotenoides en la yema del huevo y disminuirá la intensidad del color (Cisneros 2016).

2.1 CALIDAD DEL HUEVO

El Censo Agropecuario Costarricense del 2014, indica que existen 36.752 granjas avícolas, un estimado de 18.589.455 aves y el consumo de huevo es de 180 a 200 unidades per cápita (INEC 2015).

El sector avícola del huevo se enfrenta a la necesidad de diferenciar sus productos, ya que para el consumidor un huevo es el mismo, sin importar del productor de donde venga, el precio depende exclusivamente de la oferta y la demanda y en ocasiones significa vender el producto con un precio que no cubre los costos de producción (Zuluaga y Sierra 2014).

2.1.1 El huevo y el consumidor final

Los consumidores se preocupan cada vez más por mejorar sus hábitos de consumo, buscan una alimentación sana y se informan sobre el alimento, por ende, son más exigentes. La actividad de alimentarse es, sin embargo, a la que menos tiempo se le dedica ya que en promedio la mayoría del tiempo se invierte en el trabajo, estudio u otras actividades (Zuluaga y Sierra 2014).

Debido a esta situación el consumidor está demandando productos que sean de fácil preparación pero que cubran sus necesidades nutricionales (Zuluaga y Sierra 2014). El huevo cumple las demandas del consumidor porque es de los alimentos con mayor valor nutricional y bajo valor económico. Está compuesto con aproximadamente 6 gramos de proteína, 3 de los cuales proviene de la clara y los otros 3 de la yema. Contiene una variada cantidad de vitaminas, minerales y 80 calorías,

además es un alimento ideal para ser incluido dentro de la dieta del ser humano ya que no aporta excesos de energía lo que conllevaría a problemas de salud como la obesidad (Araneda 2006). Estos puntos anteriormente mencionados hacen del huevo un alimento ideal para: personas que desean controlar y perder peso porque utilizan el huevo como fuente de muchos nutrientes y reducen el consumo de alimentos de alto contenido graso y personas de bajos ingresos económicos que utilizan el huevo como una fuente proteica rica en nutrientes (Araneda 2006).

Durante los últimos años ha existido en el mundo la interrogante acerca de lo que busca el consumidor al comprar huevos, es decir, qué características buenas busca en este producto, cómo las distingue y qué importancia les da (Araneda 2006). Por tal razón en marzo del 2014, se realizó el encuentro de la “International Egg Commission”, donde se presentaron resultados de estudios sobre la percepción del consumidor, realizados en 5 países: Reino Unido, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos, y es importante resaltar de estos resultados, el interés que le da el consumidor a los productos orgánicos, amigables con el medio ambiente y en concordancia con el bienestar animal (Zuluaga y Sierra 2014).

Los consumidores por lo tanto están prefiriendo los huevos “free-range”, esto quiere decir de aves que no fueron criadas en jaulas. Otro de los criterios de compra del consumidor incluye el conocer el tipo de alimentación que recibe el ave y los nutrientes adicionales que se les ofrece, mostrando preferencia por los huevos de aves alimentadas únicamente a base de granos y vegetales (Zuluaga y Sierra 2014).

Finalmente, a lo que el consumidor le toma más importancia es al bienestar animal, ya que los mismos están dispuestos a pagar más por un huevo de una gallina que ha sido criada en “buenas condiciones”, lo que para ellos es un ave “feliz” que pondrá huevos de mejor calidad (Zuluaga y Sierra 2014).

Los productores están optando por una adecuada nutrición para mejorar la calidad del huevo y mejorar la percepción final del consumidor con respecto a su producto (Zuluaga y Sierra 2014).

2.1.2 NUTRICIÓN DEL AVE Y LA CALIDAD DEL HUEVO

2.1.2.1 La calidad interna del huevo

La percepción de la frescura del huevo y su calidad interna está influenciada principalmente por las condiciones de almacenamiento desde el momento de la producción (Leek 2015).

Nutricionalmente existen maneras de influir en la percepción de frescura, algunas de ellas según Leek (2015) son:

- Adicionar antioxidantes dentro de las dietas, los cuales ayudan a preservar la calidad interna, incrementan la puntuación Unidad Haugh (UH) y mejoraran la vida comercial del huevo. Los antioxidantes también influyen en la coloración de la yema, debido a que sin ellos la membrana vitelina se vuelve débil, porosa y la coloración se torna moteada.
- La utilización de 60 U.I/kg de vitamina E mejora la fortaleza de la membrana a los 34°C.
- La adición de micronutrientes como magnesio, zinc y biotina en el alimento de las aves tiene un efecto positivo en la densidad del albumen.
- Los alimentos deben estar libres de micotoxinas y cumplir con los requerimientos necesarios de vitamina A y K, ya que la presencia o ausencia de estos compuestos pueden ser los responsables de la deposición de manchas de sangre en la clara o yema.

Calidad del albumen o clara

Desde el punto de vista del consumidor la calidad del albumen se refiere a la densidad del mismo rodeando la yema una vez roto el huevo (Fuentes 2013).

La Unidad Haugh ha sido utilizada por la industria para medir la calidad del albumen, la misma se trata de un logaritmo que involucra la altura del albumen denso corregido con respecto al peso del huevo y a una temperatura superior o igual a 12°C. El logaritmo utilizado es el siguiente: $UH = 100 \log (H - 1,7 * P^{*2,37} + 7,57)$ donde UH

son Unidad Haugh, H es la altura en milímetros de albumen denso y P es peso del huevo y la escala varía entre los 20 UH a los 110 UH y los valores más frecuentes son de 45 UH a 95 UH (Fuentes 2013).

Las gallinas al inicio de la puesta tienen una calidad de albumen por encima de los 95 UH, a las 45 semanas por encima de 80 UH y a las 65 semanas de 75 UH (Cruz-Rey 2008).

Calidad de la yema

La calidad de la yema se mide por dos características, el color y la composición física de la misma, sin embargo, el color es la característica de calidad más buscada por el consumidor. Para evitar el rechazo del huevo la yema debe tener una coloración uniforme, donde la tonalidad dependerá de la exigencia del consumidor y sin manchas visibles (Fuentes 2013).

La altura de la yema es indicadora de los días que lleva el huevo después de puesto y este parámetro se relaciona con el Índice de la yema, el cual es calculado de la siguiente manera: **Índice de la yema= hj/d** , donde hj es la altura total de la yema menos la altura de la clara medida para las UH y d es el diámetro de la yema (Fuentes 2013).

El color de la yema se mide con un abanico de color, la más utilizada es la “escala de DSM”, esta comparación de colores contra una escala debe realizarse a una luz constante, sin modificar el ángulo de incidencia de la luz ya que se modifica el color percibido, además, el muestreo debe ser suficiente para cubrir la variabilidad del método (Fuentes 2013).

2.1.2.2 La calidad externa del huevo

La mayoría de los huevos son comercializados como cáscara-huevo, siendo este el único producto de origen animal donde no hay ningún procesado adicional. La calidad externa es por tanto un requisito previo para la venta del producto y se

convierte en un parámetro prioritario de calidad para el productor como para el consumidor final (Leek 2015).

Nutricionalmente existen maneras de influir en la calidad externa del huevo (cáscara y peso), algunas de ellas según Leek (2015) son:

- Adecuado balance dietético del calcio, durante el proceso de la crianza para el desarrollo del huevo medular y durante la postura para la formación adecuada de la cáscara.
- Mejoramiento de la disponibilidad del fósforo, el cual ayuda en el mantenimiento de la matriz ósea e interacciona positivamente con la absorción del calcio.
- Niveles adecuados de grasas o aceites, especialmente ácido linoleico, el cual se relaciona positivamente con un aumento en el peso del huevo.
- Una ingesta energética superior por parte del ave, también favorece el aumento del peso del huevo.
- La suplementación con aminoácidos sintéticos, especialmente los azufrados (metionina y cisteína), son utilizados para obtener un mayor peso en el huevo.
- El proceso de absorción de aminoácidos y por tanto aumento del peso del huevo, se puede ver alterado por las concentraciones de vitaminas B6, B12 y el ácido fólico.

Calidad de la cáscara

La complejidad de las estructuras de la cáscara de huevo da lugar a diversas rupturas o problemas que se pueden observar, algunas de ellas son: cáscara con grietas, fisuras, huevos deformes, espinillas, papel de lija, agujeros de alfiler y cáscara rugosa, estos problemas se presentan en promedio entre un 0,5 a un 6% en la producción total (King'ori 2012).

La nutrición juega un papel importante en el mantenimiento de la cáscara, puesto que a las aves se les debe ofrecer una ración equilibrada que contenga vitamina D, calcio, fósforo, manganeso, cobre y zinc (King'ori 2012).

El exceso o deficiencia de fósforo y cloro; las aves expuestas a estrés térmico (temperaturas superiores a los 32°C) y la contaminación con micotoxinas, afecta la

disponibilidad de vitamina D y de calcio y por tanto se da una inadecuada formación de la cáscara (King'ori 2012).

El balance electrolítico en la dieta se considera un factor que puede alterar la calidad de la cáscara, ya que puede afectar el proceso de mineralización por lo tanto se deben evitar altos niveles de cloro en la dieta, una alternativa a esta situación es utilizar fuentes de sodio como bicarbonato de sodio o carbonato de sodio para evitar excesos de cloro y no tener un desbalance electrolítico (Hyline 2013).

Diversas enfermedades como Newcastle, Bronquitis infecciosa y Laringotraqueitis también causan alteraciones de la cáscara o huevos sin calcificar (Cruz-Rey 2008).

3.1 PRINCIPALES CAUSAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO

Las afectaciones en la calidad del huevo se pueden presentar en distintas magnitudes, y por distintas causas. Todas ellas pueden actuar de manera individual o en conjunto (Gerber 2006). Los problemas en la cáscara, yema y clara, según Gerber (2006), son los siguientes:

3.1.1 Calidad externa del huevo

Cáscara

Los problemas más comunes en la calidad de la cáscara incluyen roturas gruesas y finas, líneas de roturas internas, roturas de estrella y cáscara frágil o inexistente (fárfara) (Gerber 2006).

Existen diversos motivos que causan problemas en el grosor y roturas en la cáscara, algunos de ellos según Gerber (2006) son:

- Roturas mecánicas: son las más abundantes causadas por las aves por contacto con su pico o jaula y por problemas de transporte o manejo por parte de los trabajadores.

- Peso del huevo: los huevos de menor peso poseen la cáscara más fuerte que aquellos de mayor peso, esto se debe a que las aves depositan siempre la misma cantidad de calcio para la cáscara sin importar el peso del huevo.
- Edad del ave: las aves de mayor edad tienden a poner el huevo de mayor peso, lo cual impacta directamente a la cáscara, debilitándola y causando quebraduras. Las aves iniciando el periodo de postura presentan problemas en la debilidad de la cáscara, esto se debe a que la glándula calcárea no ha madurado lo suficiente.
- Estrés: un pequeño estrés o perturbación en el ave deriva un problema de debilidad de cáscara o ausencia de la misma, esto debido a que cualquier estímulo para el ave durante la deposición del calcio pasa a ser el estímulo primordial dejando en segundo plano la deposición de calcio, al dejar la deposición de calcio como segunda actividad el huevo dura menos en la glándula calcárea y la misma saldrá débil o con deformaciones; por esta razón siempre es recomendable disminuir las situaciones de estrés para el ave para así obtener resultados adecuados en el grosor de la cáscara.
- Temperatura ambiental elevada: temperaturas superiores a los 25°C afecta el consumo de alimento y por tanto el consumo de calcio en el ave, lo que causa que disminuya la disponibilidad de calcio para depositarlo en la cáscara.

Durante los momentos de estrés calórico, el ave busca disminuir su calor corporal por medio del jadeo lo cual disminuye los niveles de dióxido de carbono en la sangre del ave. La cascara está formada en un 95% de carbonato de calcio (CaCO_3) por lo que con bajos niveles de CO_2 combinado con un incremento en el pH sanguíneo disminuye la obtención de iones de calcio para la formación de la cáscara causando una cáscara suave o débil.

- Nutrición: el calcio y el fósforo son minerales de suma importancia en la formación de la cáscara, por tanto, se puede incurrir en el error de agregar mayores concentraciones de las especificadas para evitar así problemas en la cáscara, sin embargo, esto no es correcto, ya que excesos de calcio y fosforo interfieren en la habilidad del ave de absorber otros minerales que permiten la adecuada absorción del calcio y por tanto habrá cáscaras débiles, aumentando las quebraduras. Esta situación sucede de igual manera con excesos de cloruro de sodio, ya que el mismo interfiere en la absorción del calcio para la formación de la cáscara. Se recomienda colocar los niveles adecuados, según la etapa productiva del ave, de fósforo, calcio y cloruro de sodio para así evitar problemas de calidad de la cáscara, tomando en cuenta siempre los niveles de vitamina D porque esta juega un rol importante en la absorción de los minerales. Otro aspecto de importancia es el mezclado adecuado del alimento, en condiciones inadecuadas de mezclado las aves no recibirán la cantidad adecuada de nutrientes para formar adecuadamente

la cáscara. Este problema es usual en alimentos formados por materias primas de distintas densidades.

- Micotoxinas: las aves que enfrentan retos de salud por parte de las micotoxinas presentan más problemas de fragilidad en su cáscara; según Gerber (2006), con un 2,5 ppm de Aflatoxina B1 en el alimento, el peso de la cáscara disminuye y por tanto el grosor de la misma.
- Enfermedades: diversos retos sanitarios en las aves, tal como la Bronquitis Infecciosa, afecta las mucosas del sistema respiratorio y reproductivo, causando problemas de cáscaras pálidas y con deformaciones.

3.1.2 Calidad interna del huevo: yema y clara

Al igual que la calidad externa, la calidad interna también se ve afectada por diversos factores que pueden actuar en conjunto o en manera individual. Los factores que afectan la calidad de la yema según Gerber (2006) son:

Yema

- Problemas de coloración de la yema: las yemas pálidas son el resultado de diversos factores que afectan la absorción de los pigmentos en el ave, estos factores pueden ser los parásitos intestinales, las micotoxinas como la Aflatoxina B1 y la coccidiosis.

Otro aspecto problemático en la coloración son las yemas moteadas, lo que significa yemas con distintas coloraciones a través de toda su circunferencia. Los principales factores que causan esta problemática son: la presencia de

nicarbacina: un anticocidial ampliamente conocido por el favorecimiento de yemas moteadas, el uso de desparasitantes como Fenotiazina y Piperazina, la presencia de gosipol en el alimento proveniente de la harina de algodón, el uso de antioxidantes como el ácido gálico y deficiencias de calcio en la dieta.

La temperatura de almacenamiento también causa las yemas moteadas; a temperaturas ambientales cálidas y bajas en humedad (sin refrigeración) se desnaturaliza el albumen, lo que causa que el agua proveniente del albumen se interne en la yema causando el problema después de un periodo amplio de almacenamiento.

- Firmeza de la yema: la yema de un huevo recién puesto debe ser firme y redonda, sin embargo, en huevos mal almacenados se degenera el albumen y se da la entrada de agua a la yema lo que causa que esta se aplane y pierda su forma redonda, aumentando la fragilidad.
- Textura de la yema: una yema de textura rugosa puede ser causada por la exposición del huevo a temperaturas frías o congelamiento y por el uso de aceites de algodón.

Albumen

La calidad del albumen está asociada a su consistencia, apariencia y propiedades funcionales. La consistencia del albumen es medida en Unidades Haugh las cuales también determinan la percepción cualitativa del consumidor (Periago 2012).

Algunos de los factores que afectan la calidad del albumen según Gerber (2006) son los siguientes:

- Edad del ave: las Unidades Haugh disminuyen según la edad del ave, en promedio disminuyen 1.5 a 2 unidades por mes de vida del ave. Según Gerber (2006) las Unidades Haugh de un ave de 20 semanas es de 102 UH, mientras que en un ave de 78 semanas las Unidades Haugh son de 74.
- Genética: la genética de las aves también puede influir en las Unidades Haugh del huevo, las aves de color marrón tienden a producir huevos con mayores unidades Haugh que las aves de color blanco. Las aves con menor selección genética tienden a poner huevos con albumen más fluido que aquellas con mayor selección genética.
- Tiempo y condiciones de almacenamiento: conforme aumenta el tiempo del huevo después de la puesta, el intercambio de gases (CO_2) aumenta, causando que el contenido del huevo se vuelva más alcalino y generando que el albumen sea más transparente y acuoso.

A altas temperaturas, el intercambio de gases aumenta causando un deterioro más rápido en el albumen. En huevos almacenados a temperatura ambiente y con humedades menores a 70%, las Unidades Haugh disminuirán entre 10-15 UH en pocos días, por lo tanto, se recomienda almacenar los huevos a temperaturas entre los 7-13°C y vigilando la humedad asegurándose que esté entre los 50-60%. Encerar los huevos es una práctica que permite la disminución del intercambio gaseoso en el huevo, pero no es una medida que sustituya el almacenamiento en temperaturas frías.

- Enfermedades: diversos retos sanitarios tales como Bronquitis Infecciosa, Síndrome de baja postura, Newcastle y Laringotraqueítis infecciosa causan una disminución en las Unidades Haugh.
- Apariencia: el albumen en condiciones normales es transparente, en huevos almacenados en pobres condiciones durante un lapso de tiempo tienden a tener coloraciones amarillas. La harina de algodón puede también causar coloraciones rosadas durante el almacenamiento.
- Manchas de carne y sangre: las manchas de carne son deposiciones de tejido uterino del ave depositados en el albumen del huevo y las manchas de sangre son deposiciones de sangre de vasos sanguíneos del tracto reproductor del ave. Este problema tiende a aumentar según la línea genética del ave, donde se da en más ocasiones en aves de color marrón y en aves de mayor edad.
- Contaminación bacteriana y fúngica: las contaminaciones bacterianas y fúngicas son causadas principalmente por contaminaciones fecales en el huevo. Estas contaminaciones son causadas por el mal manejo en el material de la cama de los nidos, la limpieza de las jaulas y por poca recolección del huevo durante el día. Un almacenamiento adecuado a bajas temperaturas puede disminuir la oportunidad de desarrollo de bacterias y hongos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La Práctica Dirigida se llevó a cabo en el periodo comprendido de Agosto del 2016 hasta Noviembre del 2017, la cual se basó principalmente en la rotación por los distintos departamentos de la planta de fabricación de premezclas de la empresa DSM Nutritional Products Costa Rica. Adicionalmente, se realizaron pruebas de calidad de huevo de manera mensual para granjas establecidas previamente por la empresa y se desarrolló un protocolo de muestreo y análisis de calidad de huevo.

Los puntos anteriores pudieron efectuarse mediante el aprendizaje del día a día, logrando adquirir conocimientos, destrezas y habilidades, lo que permitió brindar recomendaciones técnicas que colaboraron con la mejora continua de la empresa.

Se realizaron pruebas de calidad de huevo de diez granjas avícolas especializadas en la producción de huevo de mesa (consumo humano), todas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, las cuales eran muy diversas unas de las otras en aspectos como el tamaño de la explotación, condiciones climáticas, línea genética, manejo sanitario y nutrición.

Las recolecciones de las muestras de huevo se realizaron una vez al mes, durante 16 meses comprendidos entre los años 2016 y 2017 en el perímetro de la explotación o en las oficinas de las mismas. Cada empresa realizó la recolección aleatoria de las muestras, para evitar problemas a nivel de bioseguridad debido a las visitas constantes a diversas granjas, además cada muestreo fue coordinado previamente con un responsable en la granja para tenerla preparada de manera inmediata el día de la recolección para el análisis.

Se tomó una muestra de 20 huevos de un lote representativo de la población de aves de la granja, una vez al mes. La responsabilidad de la elección del lote fue de las personas asignadas por cada granja.

En total se analizaron en promedio 302 huevos por granja, para un total de 3022 huevos. Todos los huevos que presentaron doble yema o yemas que se reventaron

previo al estudio fueron descartados, asimismo todos los huevos analizados fueron de color marrón y procedentes de dos líneas genéticas: Isa Brown y Hy Line Brown.

Los huevos recolectados eran de máximo de 2 días de puestos, los cuales fueron considerados como frescos, además, a cada granja a la que se le brindó el servicio se le ofreció una postal de identificación del cartón de huevo, que debía ser rellena por el responsable del muestreo; dicha postal solicitaba datos como número de lote, edad del ave, línea genética y sistema de producción (jaula o piso).

Asimismo, se analizaron 56 huevos de supermercado bajo la marca de dos granjas a las que se les brinda el análisis de calidad de huevo y los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: 28 huevos de la “granja A” y 28 huevos de la “granja B”. El objetivo principal de dichos análisis fue el de comparar la calidad de un huevo fresco (0 a 2 días de puesto) y la calidad del huevo que llega al consumidor (7 a 10 días).

Variabes analizadas en el huevo y su respectivo procedimiento de medición

Las variables evaluadas en el huevo fueron divididas en dos, las externas no invasivas y las internas o invasivas. Las primeras de las variables analizadas por huevo fueron las externas no invasivas las cuales incluyeron: largo, ancho, peso y características de la cáscara del huevo; posteriormente se analizaron las variables internas, las cuales incluyeron: manchas de carne y sangre, color de la yema, diámetro de la yema, diámetro de la yema a 90°, altura de la albumina densa, altura de yema, peso de cáscara y grosor de la cáscara.

Gracias a la medición de las variables anteriores, se pudieron obtener parámetros de calidad de huevo de importancia zotécnica y empresarial, tales como: Índice Morfológico, Unidades Haugh e Índice de yema.

Las mediciones, el cálculo del parámetro de calidad respectivo y su procedimiento de medición se describen a continuación:

Variables externas o no invasivas

Las variables externas y el parámetro de calidad: índice morfológico son:

Ancho y longitud del huevo

El ancho y el largo del huevo fueron medidos con un pie de rey electrónico y en milímetros. El ancho del huevo se tomó del ecuador del huevo y el largo se tomó del final pequeño del huevo.

Cáscara

La cáscara del huevo fue analizada de manera visual, teniendo en cuenta las características presentadas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Principales problemas de la cáscara del huevo y su descripción

Caracterización	Descripción
Huevo roto	Roturas horizontales, rotura en forma de estrella, y roturas extendidas por todo el huevo (parte final pequeña o larga)
Huevo con moho	Huevos con presencia de moho en todo el huevo o en una parte parcial del huevo, en la parte externa e interna de la cáscara
Huevo sucio	Huevo con presencia de heces solidas provenientes del recto. Presencia por todo el huevo o en los polos del huevo
Huevo con cáscara suave	Huevos sin cáscara formada (solo la membrana de la cáscara), en todo el huevo o en una parte especifica
Huevo con deformaciones ó cáscara rugosa	Huevo con puntos rugosos en la cáscara y parches calcáreos por toda la superficie o en los polos del huevo
Huevo con variación de color en la cáscara	Pecas densas por la cáscara, pecas claramente definidas y pecas café de 5 mm en la cáscara del huevo
Huevo con mancha de sangre	Huevo con sangre adherida a la superficie de la cáscara, proveniente de la cloaca

Fuente: Kashimori 2017

Peso del huevo

Medida de la masa del huevo en gramos se obtuvo colocando el huevo en un porta huevo tarado sobre una balanza granataria digital de capacidad máxima de 200 gramos con 0,1 decimales.

Índice morfológico

Se obtuvo el parámetro de índice morfológico el cual representa la forma elíptica del huevo. La ecuación utilizada para su cálculo fue la siguiente:

$$(\text{Ancho del huevo} / \text{Largo del huevo}) * 100$$

Variables internas o invasivas

Las variables internas y los parámetros de calidad: Índice de yema y Unidades Haugh se describen a continuación:

Grosor de la cáscara

Se midió el espesor de la cáscara del huevo en la parte ecuatorial del mismo y con la ayuda de un micrómetro electrónico. El grosor de cáscara se reportó en micrómetros.



Figura 1. Medición del grosor de la cáscara con micrómetro digital

Color de la yema

Esta característica fue medida de manera visual con el uso de un abanico de escala de color de la yema de huevo de DSM Nutritional Products. La medición se realizó bajo una luz blanca estable y una superficie plana con espejo, específica para el trabajo de calidad de huevo.



Figura 2. Superficie de medición del huevo

Altura de la albumina densa y altura de la yema

La altura de la albumina densa se midió a 1 cm de distancia de la yema con un instrumento específico para la tarea llamado: QCH Albumen Height Gauge. Esta medición fue en milímetros y fue la primera de las mediciones invasivas realizadas al huevo para evitar errores por el paso del tiempo del huevo expuesto a diversas temperaturas. Además, el QCH Albumen Height Gauge también fue utilizado para medir la altura de la yema en su punto central en milímetros.



Figura 3. QCH Albumen Height Gauge

Diámetro de la yema y diámetro de la yema a 90°

Se midió el largo del diámetro de la yema de huevo de manera horizontal y vertical a 90° con la ayuda de un pie de rey electrónico. La medida de esta característica fue en milímetros con dos decimales.



Figura 4. Medición del ancho y largo de la yema

Unidades Haugh

Se obtuvo el parámetro de calidad de huevo llamado Unidades Haugh para relacionar la altura del albumen denso y el peso del huevo, asimismo este parámetro permitió describir la calidad cualitativa del huevo para el consumidor.

La ecuación utilizada para su cálculo fue la siguiente:

$$UH= 100 * \text{Log} (H - 1.7 * P ^{0,377} + 7.57)$$

Donde UH son las unidades Haugh del huevo, H es la altura de la albumina densa en milímetros, P es el peso del huevo en gramos y 0,377 es una constante (Fuentes 2013).

Los parámetros cualitativos del huevo (Unidades Haugh) para el consumidor fueron los siguientes:

Cuadro 5. Parámetros cualitativos del huevo (Unidades Haugh) para el consumidor.

Unidades Haugh	Descripción cualitativa del consumidor
100	Excelente
90	Excelente
80	Muy Bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
50	Inaceptable

Fuente: Periago 2012.

Este parámetro se midió para relacionar la forma ideal de la yema (diámetros) con su altura para establecer una relación de frescura del huevo.

La ecuación utilizada para su cálculo fue la siguiente:

$$\text{Índice de yema: } H^2 / (D+d)$$

Donde H es la altura de la yema en milímetros, D es el diámetro horizontal de la yema en milímetros y d es el diámetro vertical de la yema en milímetros.

El Índice de yema y su categorización para el consumidor según Periago (2012) fueron los siguientes:

- Super fresco: índice de yema superior a 0,38
- Fresco: índice de yema entre 0,28 y 0,38
- Regular: índice de yema inferior a 0,28

Reporte de resultados

Para la obtención de resultados se alimentó una matriz de Excel® con cada medida obtenida por huevo y al final se obtuvo un promedio por muestreo por granja, especificando la edad del ave. Los resultados fueron redactados, con un tiempo máximo de una semana posterior al respectivo análisis.

Asimismo, los resultados fueron entregados al respectivo “Gerente de Cuenta” (término utilizado para el técnico comercial de DSM Nutritional Products) para que fueran revisados y aprobados para posteriormente ser entregado de manera presencial al responsable en cada granja.

En cada visita planeada para muestreo se entregaron los resultados y se le brindó retroalimentación a cada explotación, además dos días antes del muestreo se llamó por teléfono al encargado dentro de la explotación para que preparara la muestra para el análisis.

Cada semestre de análisis se realizaron reuniones en cada granja, donde se abordaron los resultados finales del análisis, se les entregó un reporte final con todos los datos analizados y se brindaron recomendaciones de mejora de calidad de huevo, con la ayuda del respectivo Gerente de Cuenta.

El formato de entrega de los resultados se encuentra en el Anexo 1.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Reseña histórica de la empresa DSM Nutritional Products y generalidades de la planta de premezclas nutricionales para animales

La empresa DSM Nutritional Products cuenta con más de 100 años de trayectoria y ha evolucionado desde sus inicios hasta la actualidad al convertirse en una de las empresas más innovadoras en los ámbitos de salud, nutrición y materiales. Fue fundada en 1902 por el gobierno holandés para obtener beneficios económicos de las reservas de carbón de Limburgo, Holanda, de ahí se originan sus siglas DSM que significan “Dutch State Mines”, el cual se conserva como símbolo del patrimonio heredado y como remembranza del recorrido hasta el día de hoy (Blanco et al. 2016).

En 1945 la empresa inicia la fabricación de productos químicos y petroquímicos a granel y para 1973 DSM se dedica completamente a la industria química, dando cierre a su última mina (Blanco et al. 2016).

Para 1990 la empresa se privatizó por completo vendiendo casi la totalidad de sus actividades químicas, convirtiéndose así en una compañía global basada en la entrega de soluciones innovadoras. Enfocados en esa estrategia de innovación y diversificación, en el 2003 la división de Vitaminas y Productos Químicos de la empresa Roche fue adquirida por DSM y nace la división DSM Nutritional Products enfocándose en tres sectores importantes: Nutrición y Salud Humana, Nutrición y Salud Animal y Cuidado Personal (Blanco et al. 2016).

Actualmente DSM Nutritional Products cuenta con fábricas y oficinas en múltiples países del mundo, en los cuales se producen tanto vitaminas como premezclas vitamínicas para satisfacer las necesidades y demandas de la industria alimentaria.

En América Central y el Caribe, DSM Nutritional Products con la división de Nutrición y Salud Animal, cuenta con oficinas en Costa Rica y Guatemala, en cuyas instalaciones se encuentran las plantas productoras de premezclas alimenticias para animales, así como las oficinas administrativas y de ventas.

Además, el equipo de trabajo se subdivide por áreas donde se reparten las labores diarias, por ejemplo, el Gerente de Cuenta de Guatemala (ventas) visita los países de Honduras y Salvador y el Gerente de Cuenta de Costa Rica (ventas) visita los países de Panamá y Nicaragua (Blanco et al 2016).

DSM Nutritional Products Costa Rica S.A se encuentra ubicado en Santa Rosa de Santo Domingo de Heredia en el Parque Industrial Zeta (DSM Costa Rica S.A 2016) y su distribución dentro de sus instalaciones es la siguiente: área administrativa, área productiva, área de almacenamiento (materias primas y producto terminado), área de parqueos, áreas de descanso, comedor y área de servicios sanitarios.

La planta de la empresa tiene la capacidad para almacenar 920 toneladas de materia prima, 80 toneladas de producto terminado y puede producir 100 toneladas semanales. La totalidad del producto terminado se enfarda en sacos de máximo 25 kilogramos cada uno (DSM Costa Rica S.A 2016).

La organización de la empresa DSM Nutritional Products Centroamérica y Caribe se representa en la Figura 12.

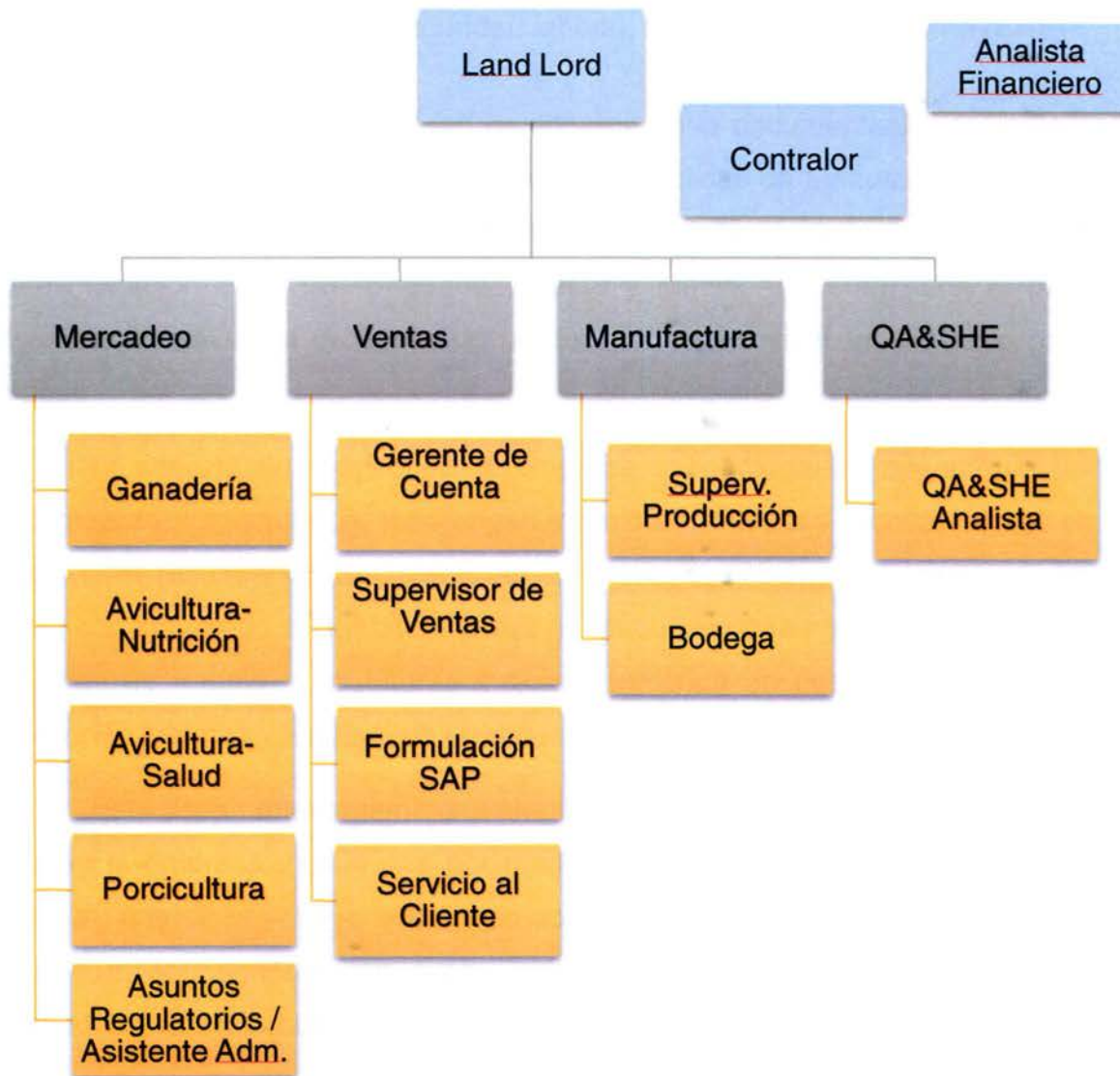


Figura 5. Organigrama de la empresa DSM Nutritional Products Centroamérica y Caribe

3.2 Descripción de actividades de los diferentes departamentos de DSM Nutritional Products Costa Rica

Departamento de Calidad y Seguridad laboral, Salud y Medio ambiente (SHE)

El departamento de calidad se encarga de la documentación reglamentaria que exige la norma ISO 9001: 2008, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) según el Reglamento Técnico Centroamericano: RTCA 65.05.63.11(2012) y Sistema de Administración SHE 1.3 (Seguridad, Salud y Medio Ambiente), con el propósito de fiscalizar los diversos procesos de producción y garantizar un producto de calidad e inocuo.

El analista de calidad de la empresa se encarga de asegurarse de que se establezcan, implementen, mantengan y mejoren todos los procedimientos de trabajo dentro del Sistema de Sostenibilidad Empresarial (SSE) de la empresa, así mismo mantiene informado a la jefatura sobre el adecuado desempeño de los procedimientos internos de trabajo y de futuras mejoras; teniendo en cuenta los resultados de las auditorías internas y los análisis de datos.

Este departamento tiene una amplia conexión con los demás departamentos que forman la empresa, por lo que por medio de reuniones semanales (mejora continua) asegura que se promueva la toma de conciencia de todos los requisitos que solicita el cliente y coordinando con entes externos las regulaciones y certificaciones de procedimientos internos de trabajo.

Asimismo, cuenta con un procedimiento interno de verificación de la calidad de materias primas, aditivos y producto terminado, donde se verifican las propiedades organolépticas del producto, el código interno de producción, etiquetado, número de lote, peso del empaque, fecha de producción y de vencimiento, entre otros. Además, realiza muestreos de materia prima y de producto terminado de manera mensual, para realizar análisis proximales de laboratorio y tener un control de valores estándares de características de importancia por ejemplo metales pesados.

Todas las fórmulas realizadas en el departamento de producción son revisadas por el analista de calidad, el cual observa aspectos como: código de fórmula, número de lote, nombre de la fórmula, tiempo de mezclado de la fórmula, productos utilizados, lotes de productos utilizados, cantidades de producto terminado, peso final y firmas de los diversos responsables. Posteriormente realiza una revisión física del producto y se procede a la liberación en el sistema "SAP", para que pueda ser facturado y entregado al cliente. En caso de que no se cumplan los puntos antes mencionados se procede a abrir una "desviación" del proceso o del producto, en esta desviación se observa el problema y se llega a la conclusión de continuar con el proceso o de retener el producto. Esta decisión es tomada por gerentes técnicos de la empresa, el gerente de calidad y el jefe de producción.

Se cuenta con un procedimiento de verificación del estado de los vehículos de transporte de producto terminado, tanto a nivel nacional como de exportación, para realizar dicha labor se llenan registros diarios que rectifican el estado del vehículo de acuerdo a una serie de características, por ejemplo, el estado de las llantas.

Para asegurar que se cumplan las Buenas Prácticas de Manufactura que rigen la planta, el departamento de calidad realiza auditorías internas y externas a proveedores, además realiza instructivos de trabajo, los cuales se actualizan y corrigen cuando se amerite.

Además, el departamento de calidad asegura que se cumplan todos los procedimientos de Salud Ocupacional (SHE), en la empresa, realizando auditorías mensuales y charlas que abarcan temas de salud laboral, rotando por cada departamento de la empresa.

Las tareas realizadas por el departamento de calidad de manera general son las siguientes:



Figura 6. Tareas realizadas por el departamento de calidad de DSM Nutritional Products Centroamérica y Caribe.

Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es el encargado de dar soporte a todas las maquinarias y equipos que conforman la empresa y su principal función es solucionar fallas mecánicas de forma ágil y rápida y brindar soporte de mantenimiento productivo permitiendo que la producción diaria no se vea afectada.

Elabora un programa de mantenimiento donde se planifica el cronograma mensual de trabajo, la maquinaria, equipos necesarios y cambios de infraestructura. Este plan debe de coordinarse previamente por el jefe de planta y ser aprobado por el mismo.

Asimismo, ejecuta labores de mantenimiento preventivo, informando al jefe de producción del problema detectado, coordinando la compra de materiales con el proveedor de mantenimiento y realizando las labores preventivas. Después de cada labor realiza un informe donde se detalla las actividades realizadas y el mismo es debidamente archivado.

Departamento de logística o “Planning”

El departamento de logística se encuentra fuertemente ligado a las áreas de producción y ventas, porque requiere coordinar previamente con estos departamentos para manejar adecuadamente los inventarios y dar una rotación adecuada a todos los productos a utilizar. Gracias al amplio manejo de materias primas, el área de logística se encarga de realizar estudios de interés económico, de disponibilidad de productos a nivel mundial, cambios de moléculas y concentraciones, y estudios de variación de productos a nivel de mercado nacional e internacional.

Busca mantener siempre el nivel adecuado de abastecimiento de vitaminas, minerales, enzimas y otros aditivos por medio de una revisión diaria de la “tabla de consumo de vitaminas y minerales y otros”, inspeccionando que las cantidades de producto no sean menores a las mínimas establecidas por el límite de seguridad de la empresa y midiendo la cantidad de producto que queda para cubrir varios meses. Al terminar de revisar los niveles de materia prima, realiza una lista de material a comprar y se elabora una orden de compra.

Se encarga de realizar una adecuada distribución de las materias primas alrededor del mundo tomando en cuenta la oferta y la demanda, este proceso es llamado dentro de la empresa como: “Allocation” donde a través de la página web de DSM Nutritional Products se revisan los abastecimientos a nivel mundial de diversos productos. Si la materia prima se encuentra limitada a menos de 4 meses se le coloca

el estatus de Allocation, el cual significa que se utiliza solo a nivel de empresa y no se vende libremente, por lo cual es un producto restringido. Además, revisa los inventarios o "Forecast" de la empresa, definiendo las cantidades de productos presentes e incluyendo las modificaciones que sean necesarias.

En conjunto con servicio al cliente canaliza los pedidos de los clientes, revisando las materias primas que son necesarias para satisfacer el pedido y realizando órdenes de compra, asimismo coordina la venta de productos libres y no en premezcla (producto de venta "Straight"), por lo que debe revisar los niveles de materias primas e informar que se puede proceder o no a su venta libre.

Departamento de compras

El departamento de compras tiene amplia relación con el departamento de logística o planning por que el mismo envía la orden de compra según las necesidades y el departamento de compras es el encargado de obtener estas materias primas. Este departamento se encuentra dividido en compras a nivel nacional y compras a nivel internacional.

Una de sus funciones principales es la de solicitar a los proveedores las cotizaciones necesarias y seleccionar al proveedor según las mejores condiciones de compra.

Además, genera la orden de compra, la cual debe contener el código de materia prima correcto, la cantidad acorde al envase del producto y precio, para posteriormente enviar la orden de compra al ofertante del producto, coordinando la adecuada recepción de la misma. El jefe de producción tiene la responsabilidad de mantener informado al departamento de compras sobre el estatus del producto y la fecha de entrada en la que se requiere.

Este departamento gestiona el pago a proveedores y revisa que todos los datos de la factura final del producto coincidan con la orden de compra, en caso contrario debe realizar una orden de compra nueva con las especificaciones corregidas. Los

documentos de importación son meticulosamente revisados en caso de que la materia prima sea importada.

Departamento de producción

El departamento de producción es el encargado de generar físicamente todas las premezclas o núcleos (vitamínicas o solo minerales) solicitadas por el cliente de la empresa, asegurándose de producir la cantidad requerida con los estándares de calidad establecidos.

Coordina con el departamento de ventas y con logística la cantidad de producto a realizar, tomando en cuenta siempre la capacidad de producción de la planta. Para realizar esta tarea solicita al departamento de compras la materia prima necesaria para generar producto terminado, evitando en todo momento tener tiempos sin producir en la planta; además, mantiene correctamente la papelería correspondiente a las fórmulas con el cliente y con el encargado de formulación.

Realiza la producción diaria previamente establecida, siempre asegurando la calidad, para posteriormente reportar a logística la cantidad de empaques producidos y almacenados en la bodega para hacer coincidir el inventario.

Para evitar el riesgo de contaminación cruzada, el departamento de producción realiza la limpieza de equipos y el área de empaque y también para cumplir con los estándares de salud ocupacional "SHE", coordina los turnos laborales del personal.

Este departamento colabora directamente con el de calidad, tomando muestras custodias de todas las premezclas realizadas al día, así como registros de producción diaria, de limpieza, de reproceso y de horas extra del personal y coordinando con el departamento de mantenimiento todas las labores preventivas o de reparación a realizar.

Departamento de Ventas

El departamento es el encargado de las ventas de producto a los clientes de DSM Nutritional Products. El mismo está compuesto por el Gerente de Ventas y tres

Gerentes de Cuentas Clave, quienes se distribuyen la cartera de clientes territorialmente entre los países de la región. En el equipo también se encuentra un formulador y dos representantes de servicio al cliente quienes tienen un papel fundamental en el apoyo técnico y administrativo durante el proceso de ventas.

Cada Gerente de Cuenta brinda soporte a la línea de productos que se trabaje con cada cliente específico, realizando visitas en campo (semanales, mensuales); esta variación en el tiempo de visitas depende del tamaño y la complejidad de la explotación animal o en caso de que el cliente lo solicite.

El responsable de servicio al cliente tiene el objetivo de facilitar la comunicación entre los clientes y la empresa, además de mantener informado a los gerentes de cuenta respectivos sobre cambios o reclamos por parte del cliente y coordina con el departamento de producción y el cliente las fechas de entrega de producto, según la necesidad.

Departamento de Mercadeo

El departamento de Mercadeo es regido por el Land Lord o Gerente de Industria y está compuesto por cuatro representantes técnicos del sector de: ganadería, porcicultura y nutrición y salud aviar y un asistente administrativo, encargado de los asuntos regulatorios de la empresa.

Las dos principales labores de este departamento son las de identificar las oportunidades de negocio o crecimiento y determinar las necesidades del cliente; para ello realizan visitas a los distintos sistemas pecuarios de Centroamérica y el Caribe.

Cada representante de "Marketing" colabora con el cliente en ámbitos nutricionales o de salud del animal, además valida los productos que se comercializan y brinda información del mercado a la empresa. También, puede dar recomendaciones técnicas de nutrición y manejo de aditivos (en coordinación con el nutricionista específico de cada explotación), manejo general o si fuera el caso solicitar ayuda técnica veterinario de la empresa (o al veterinario de la explotación) si se encuentran retos sanitarios ajenos a la influencia nutricional.

3.3 Generalidades de la empresa DSM Nutritional Products Costa Rica

Diseño de las instalaciones

Las instalaciones están dispuestas para respetar el flujo de proceso y disminuir todas las posibles fuentes de contaminación cruzada. Todas las áreas de la planta se encuentran señalizadas y en cada área se especifican los procedimientos de control requeridos.

Para asegurar el proceso de inocuidad la planta posee extractores de polvo en cada estación de trabajo y las superficies de trabajo son fáciles de limpiar y desinfectar ya que son de acero inoxidable.

3.3.2 Distribución de áreas

La empresa cuenta con las siguientes áreas de almacenamiento debidamente definidas de la siguiente manera:



Figura 7. Distribución de las principales áreas de DSM Nutritional Products Costa Rica

Área de proceso

El área de proceso solo permite el almacenaje temporal del producto en proceso

Área de recepción y despacho

Las instalaciones de la empresa cuentan con bodega de recepción y despacho de producto que permite el flujo ágil de mercadería, lo que disminuye el riesgo de la contaminación cruzada de materia prima con producto terminado.

Equipo de producción

Todos los equipos de producción son de fácil limpieza y de manera rutinaria se controla su mantenimiento y limpieza.

Para asegurar productos siempre de excelente calidad, la empresa cuenta con un plan de control, homogeneidad y de arrastre los cuales contemplan un cronograma de pruebas (homogeneidad y arrastre), pruebas de "carry over" o micro trazadores para medir la eficiencia de mezclado, pruebas de velocidad de mezclador, capacidad máxima y mínima de la maquinaria y análisis de laboratorio de variables cualitativas y cuantitativas.

Proceso de producción

La empresa cuenta con un flujo de producción que previene contaminación cruzada y permite el trabajo ágil disminuyendo las posibilidades de error. El proceso de producción se describe a continuación:

- 1- El proceso de manufactura inicia con la búsqueda y separación de materias primas específicas para la producción de la fórmula de cada cliente. Esta labor es realizada por dos personas del área de producción y en colaboración con el bodeguero, los cuales tienen la responsabilidad de buscar el lote correspondiente de materia prima y tomar las cantidades necesarias para el pesaje.

- 2- El pesaje es dividido en dos: micropesaje y macropesaje. Como su nombre lo indica, el área de micropesaje es donde se pesan los materiales que van en menor proporción en la fórmula y el área de macropesaje es donde se pesan los ingredientes que van en mayor proporción. Esta labor es realizada por tres operarios, dos en el área de micro y uno en el área de macro. Durante esta labor, el operario ingresa en la computadora de trabajo el nombre del material, el número de lote del material y la cantidad, siempre procurando no sobrepasar un margen de error de máximo un 1% de la cantidad de ingrediente a adicionar.
- 3- El producto ya pesado es llevado por medio de un elevador al cuarto piso de la línea de producción donde el producto es ingresado a la mezcladora y permanece en ella durante 4 minutos o 8 minutos dependiendo del mezclador o las necesidades de cada cliente. La cantidad máxima que se puede mezclar es de 1400 kilogramos y la mínima en los mezcladores grandes es de 500 kilogramos.
- 4- Cuando el tiempo de mezclado concluye, un sensor indica que es posible descargar el bache y se procede a empaclar el producto en bolsas de plástico que se encuentran dentro de una bolsa de papel. Estos empaques están hechos para soportar un peso máximo de 25 kilogramos y cada uno posee una etiqueta específica por fórmula y la misma está debidamente numerada.

La representación gráfica del proceso de producción de DSM Nutritional Products Costa Rica se presenta en el Anexo 2.

Formulación

El proceso de formulación en la empresa DSM Nutritional Products de Costa Rica se rige bajo lineamientos previamente establecidos y que buscan cumplir con los requisitos solicitados por parte del cliente. Estos requisitos dentro de una fórmula deben presentarse por escrito y deben contener la firma del cliente y la firma del maestro de fórmulas.

Todas las fórmulas realizadas deben llevar como mínimo un 25 % de vehículo, el cual permite la distribución de los ingredientes de manera adecuada. Este vehículo no debe reaccionar con ningún ingrediente de la fórmula y debe contener la menor cantidad de humedad posible; el vehículo más utilizado por la empresa es el Carbonato de Calcio.

Para asegurar la calidad del producto la empresa no permite el uso de harinas de origen animal como vehículo, si un ingrediente de la fórmula contiene sustancias de manejo controlado (cancerígenas, mutagénicas, reprotóxicas) se deben utilizar microgramos o productos de terceros con iguales concentraciones pero sin efectos perjudiciales, sustancias que contengan contaminantes orgánicos persistentes, bioacumulativas y tóxicas, solamente se utilizan si no existen otros productos alternativos factibles y la aprobación del uso de estas sustancias debe documentarse y sustancias con riesgo de fuego o explosiones no deben utilizarse.

Otras especificaciones recomendadas por la empresa al cliente es el nivel de inclusión de sal. Las premezclas vitamínicas deben tener como máximo 10% de sal y premezclas minerales hasta un 30% de sal, la misma se recomienda agregar a la hora de realizar el alimento balanceado porque es muy higroscópica y reactiva lo que puede causar daños e inactivación de la premezcla.

Las distintas fórmulas son realizadas en el programa SAP por un Ingeniero Agrónomo Zootecnista responsable de ello y que forma parte del departamento de ventas de la empresa. Además, se encarga de realizar variaciones en la fórmula o sustituir distintas materias primas, ya sea por cambio de concentraciones, de proveedor o de disponibilidad de producto.

Al finalizar la fórmula la documentación es entregada al jefe de producción el cual tiene el deber de leer y acatar indicaciones, precauciones, riesgos posibles, maquinarias extras a utilizar, limpieza, tiempos de mezclado y secuencia de adición de ingredientes.

Adición de ingredientes y mezclado

El sistema de adición de ingredientes de la empresa se llama “Sistema Sándwich”, el cual consiste en (DSM Costa Rica S.A 2016):

1. Cargar primero en el mezclador aproximadamente el 50% del vehículo.
2. Luego se cargan la mitad de los minerales que están en mayor proporción en la fórmula.
3. Después la totalidad de los minerales que están a baja proporción.
4. Se colocan todas las vitaminas menos la colina.
5. Después la segunda mitad de los minerales que están en mayor proporción en la fórmula.
6. Por último, se coloca la Colina y el restante 50% del vehículo.

La empresa cuenta con tres tipos de mezclador, con distintas capacidades máximas de trabajo (máximo 1400 kg) y distintos tiempos de mezclado (máximo 25 minutos) (DSM Costa Rica S.A 2016).

Secuencia de producción

DSM Nutritional Products cuenta con un plan establecido de secuencia de producción diaria, donde se toman en cuenta la especie animal y su etapa productiva, con el objetivo principal de evitar contaminaciones cruzadas que puedan causar daños irreversibles o la muerte a los mismos. La secuencia de producción y los puntos críticos de control por especie se observan en la Figura 8.

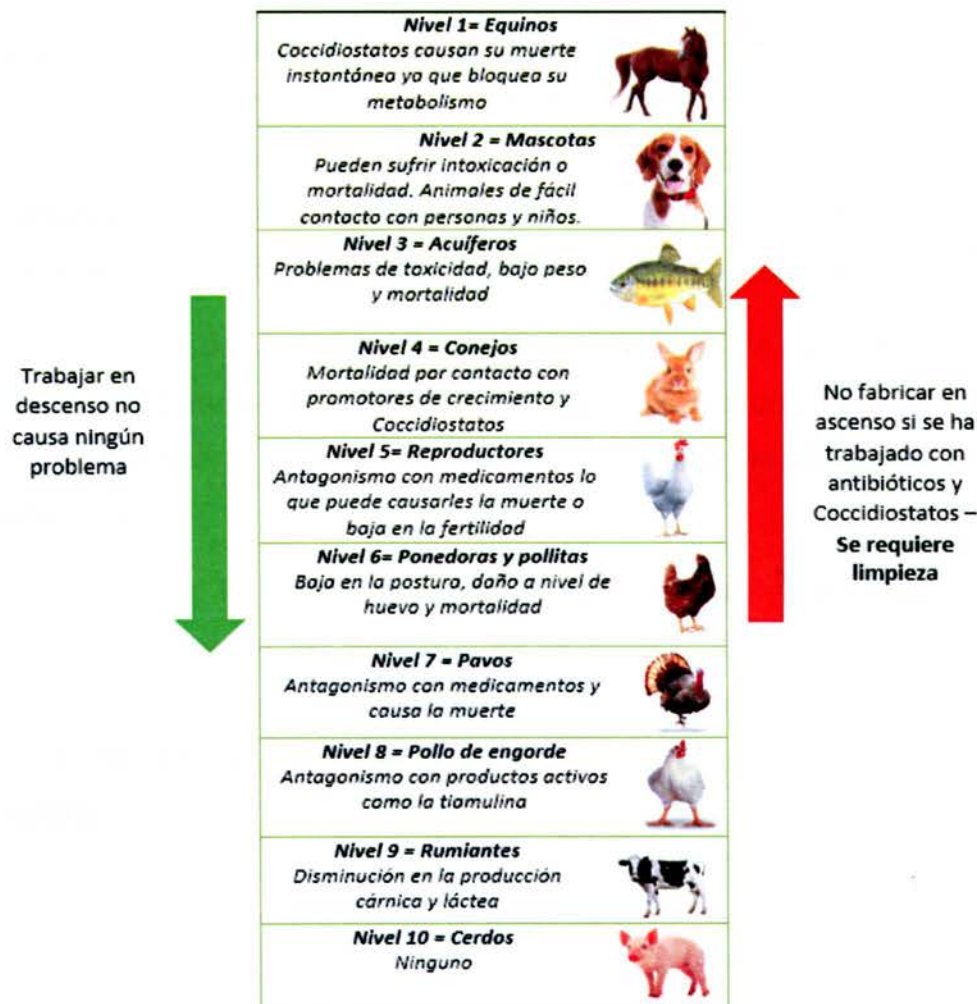


Figura 8. Secuencia de producción por especie DSM Nutritional Products Costa Rica

Fuente: DSM Costa Rica S.A 2016. Imagen adaptada de DSM Costa Rica 2016

Despacho, distribución y transporte

El proceso de despacho de producto, distribución y transporte en la empresa DSM Nutritional Products de Costa Rica se rige bajo lineamientos previamente establecidos y que son deber del analista de calidad y del encargado de bodega.

El producto terminado, antes de ser despachado para su respectivo envío al cliente, es revisado por el responsable de calidad y es colocado en un área específica de la bodega, esta área está dividida en producto terminado nacional y producto terminado para exportación. Todo el producto terminado debe estar sobre tarimas limpias, sin presencia de clavos expuestos; además todo el producto debe estar debidamente rotulado con el código de la formula, número de lote, firma del responsable del acomodo en tarima y embalaje y fecha de producción.

El vehículo de transporte de producto terminado es exclusivo para la empresa y se somete a programas periódicos de limpieza y control de plagas, mediante el uso de productos aprobados para tal fin y con el propósito de disminuir la posibilidad de contaminación.

Al llegar a la empresa donde se despachará el producto, el transportista encargado debe supervisar el estado de la carga y observar si la misma sufrió algún problema durante el traslado, si no se encuentra algún problema se procede a entregarle la factura al cliente y a despachar el producto dentro de la bodega establecida.

3.2 ANÁLISIS DE CALIDAD DE HUEVO PARA CLIENTES ESPECÍFICOS DE LA EMPRESA DSM NUTRITIONAL PRODUCTS, COSTA RICA

Resultados generales de calidad de huevo para diez granjas específicas y huevos de tres supermercados de Costa Rica

Se analizaron diez granjas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, las cuales son clientes consumidores de productos y premezclas de la empresa DSM Nutritional Products Costa Rica. Todas las granjas analizadas producen huevo de consumo de mesa (no fertilizados), de cáscara color marrón, de las líneas genéticas Isa Brown y Hy Line Brown y con tamaños de población que abarcan entre las 60.000 a las 300.000 aves. En total se analizaron 3022 huevos de aves de edades entre las 20 semanas y las 100 semanas.

Los resultados promedio y su respectivo coeficiente de variación (%) para las granjas analizadas se aprecian en la Figura 16.

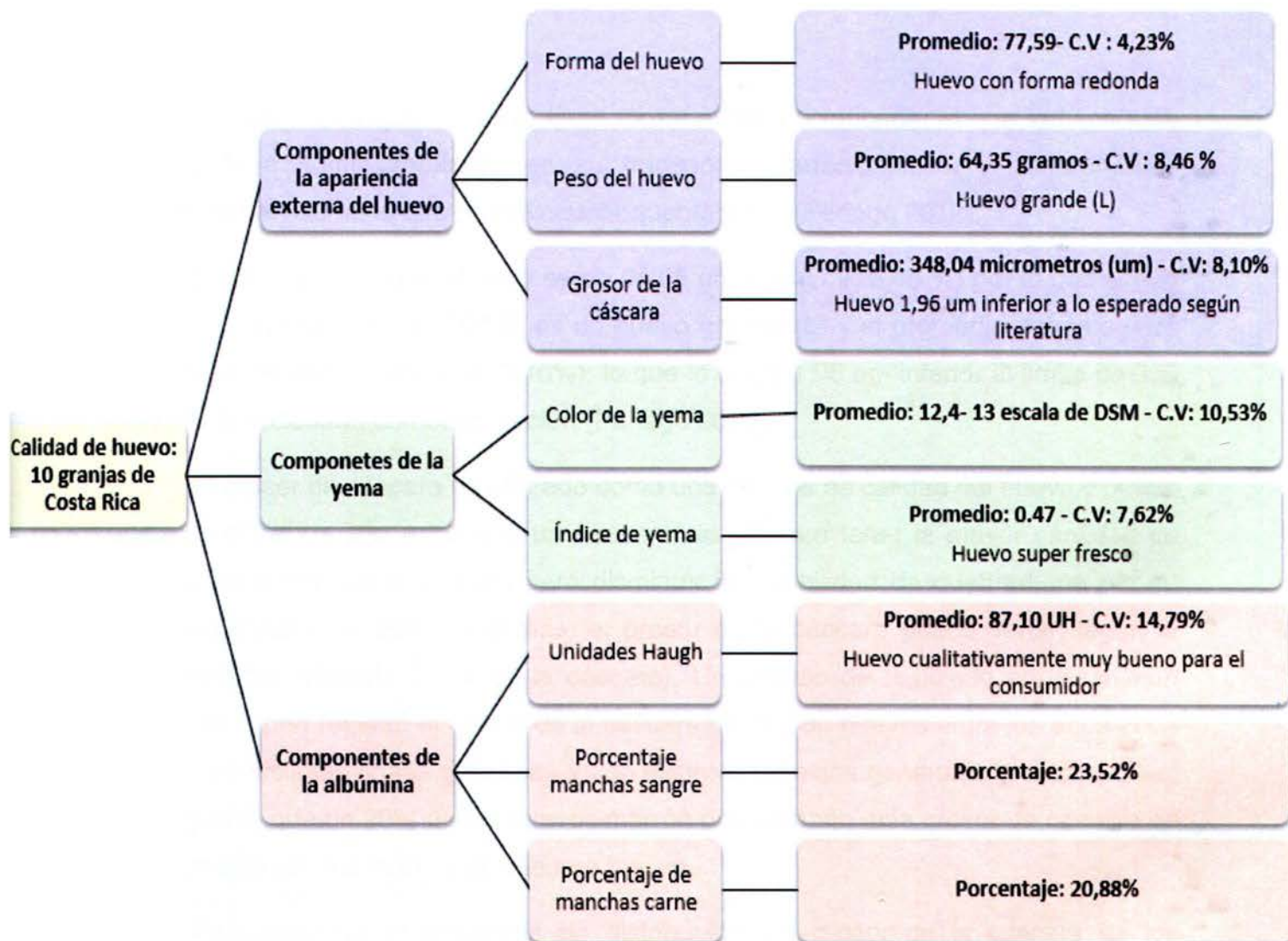


Figura 9. Resultados promedio y su respectivo coeficiente de variación para las siete granjas analizadas de Costa Rica

Todos los huevos analizados fueron categorizados como frescos para consumo humano o industrial, ya que el contenido en su cáscara no fue sometido a ningún procedimiento de conservación (lavado, encerado, enfriamiento) (Reglamento Técnico RTCR 397:2006).

Características externas o de apariencia

Las características externas o de apariencia incluyen el índice morfológico, peso del huevo y el grosor de la cáscara; Los resultados promedios para las características anteriores fueron: la forma del huevo (índice morfológico) promedio es de 77,59 (C.V.

4,23%) lo que indica que el huevo tiene forma elíptica o redonda, lo que lo hace más susceptible a sufrir problemas en su transporte (cartón/plástico) y desprenderse fácilmente del mismo lo que puede causar quebraduras (Periago 2012).

El peso promedio del huevo es de 64,35 gramos (C.V: 8,46 %) por lo que según la Unión Europea (Periago 2012); es un huevo grande (L) y el promedio del grosor de cáscara es de 348,04 um (C.V: 8,10%), lo que lo ubica 1,96 um inferior al límite de 350 um para la adecuada comercialización (Periago 2012).

El grosor de cáscara es utilizado como una medida de calidad del huevo y puede ubicarse entre los 300 a los 400 um, esperando siempre tener la mayor cantidad de huevos entre los 350 a 400 um para disminuir la posibilidad de quebraduras por su fragilidad (Kashimori 2017). Además, el grosor de la cáscara puede variar según la línea genética utilizada (color de la cáscara). Un estudio de realizado por Kashimori (2017) en Japón registró el grosor de la cáscara de 15,980 huevos entre los años 2004 y 2008, de distintas líneas genéticas y con distintos manejos generales y nutricionales, concluyendo que un 20% de los huevos marrón presentaban más grosor de cáscara en comparación con los huevos de cáscara blanca.

Para observar la tendencia de distribución del grosor de la cáscara de los huevos marrón de las siete granjas de Costa Rica con los huevos marrón analizados por Kashimori (2017) de Japón se realizó la siguiente gráfica:

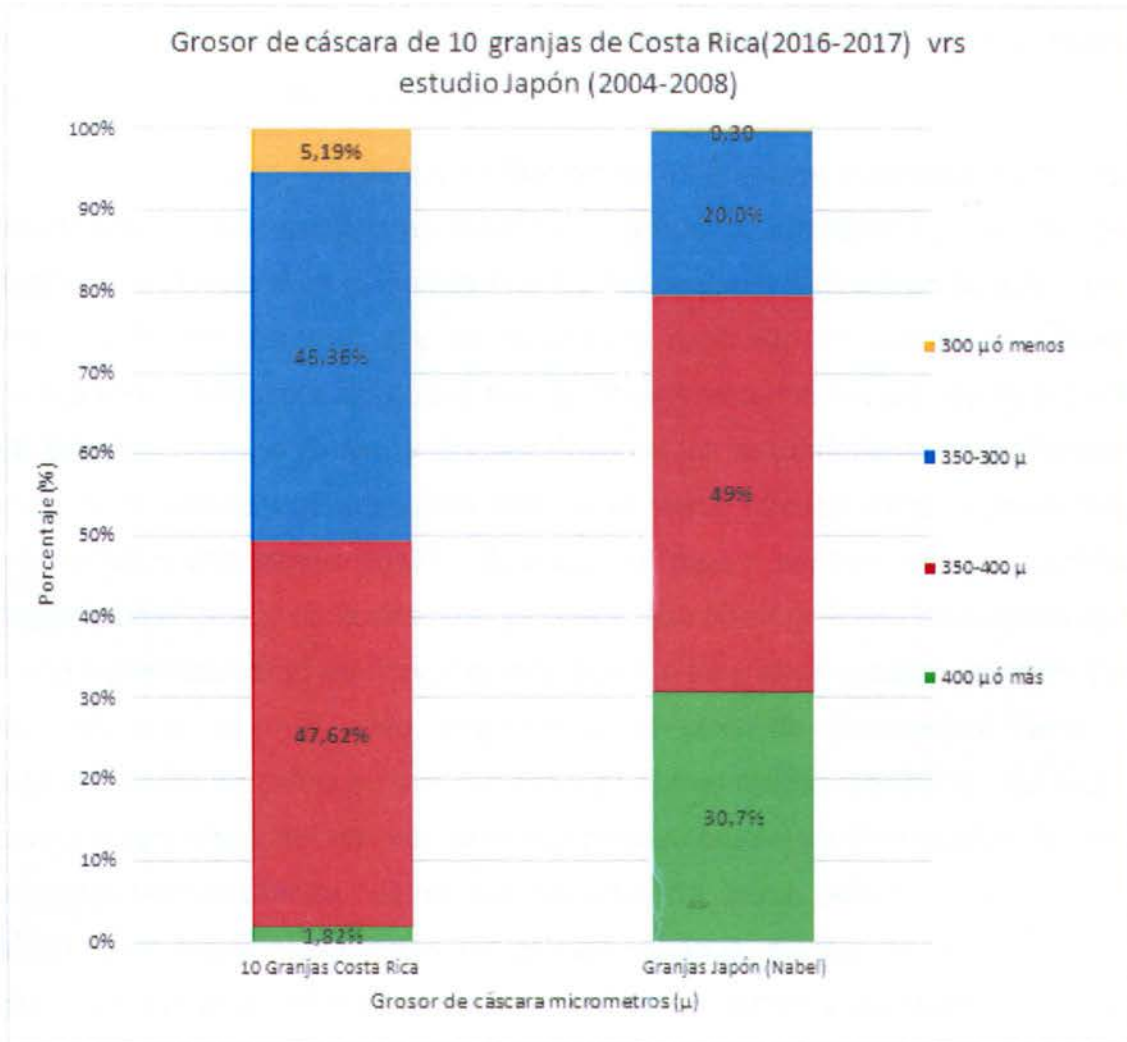


Figura 10. Grosor de cáscara de siete granjas de Costa Rica vrs estudio realizado en Japón, Kashimiro 2017

En Costa Rica el 50,55% de los huevos marrón analizados están por debajo del límite esperado de grosor de cáscara (350 μ), mientras que en el estudio realizado en Japón el 20.3% de los huevos marrón analizados están por debajo del límite esperado de grosor de cáscara, lo cual da una diferencia de más de la mitad entre ambos análisis. Esta diferencia se puede deber a diversos aspectos tales como el desarrollo de la avicultura en ambos países o regiones. Es importante recalcar que Asia es la región número uno en producción mundial de ovoproductos, Japón se encuentra en la posición 3 mundial produciendo hasta 2,912.277 toneladas de huevo al año, mientras

que Costa Rica se ubica en el puesto número 77 a nivel mundial produciendo 51,720 toneladas al año, lo cual supone avances en tecnologías de productos y avances en investigación y desarrollo (Hy Line 2011).

Otros aspectos que pueden influir en las diferencias obtenidas en el grosor de cáscara entre ambos análisis es el número de huevos analizados y la línea genética estudiada, en Costa Rica la totalidad de los huevos analizados eran de aves Isa Brown y Hy Line Brown mientras que en el análisis realizado en Japón, se contaba con diversas líneas genéticas de huevo marrón tales como: Isa Brown, Hy Line Brown, De Kalb Brown, Lohmann Brown y Shaver Brown y los requerimientos nutricionales y de manejo para obtener una adecuada calidad de huevo pueden variar dependiendo de la línea genética (Kashimori 2017). El peso del huevo también es una característica influyente en el grosor de la cáscara ya que según (Gerber 2006) los huevos de menor tamaño tienen cáscaras de mayor grosor que los de mayor tamaño, también influye la edad del ave, porque aves empezando el pico de producción tienen mayor almacenamiento de calcio en sus huesos y por tanto mayor disposición del mismo que aves de mayor edad; así mismo, el estrés puede causar una disminución del grosor de la cáscara (estrés térmico, estrés por desafíos de salud, estrés ambiental, estrés de manejo, entre otros) y la nutrición y la calidad del agua, porque los niveles de minerales y vitaminas son esenciales para la formación de la cáscara y los mismos pueden variar entre región, línea genética y manejo general (Gerber 2006).

Asimismo, se realizó un análisis de correlación de todos los datos de las diez granjas de Costa Rica entre la edad del ave y el peso del huevo, dando un coeficiente de correlación de 0,26, lo cual indica que la intensidad de relación baja, directa y lineal. La representación gráfica de la correlación se presenta a continuación:



Figura 11. Representación gráfica de la correlación entre la edad del ave y el peso del huevo

El coeficiente de regresión obtenido es de 0,08 gramos, lo que indica que por cada semana de edad del ave el peso del huevo aumenta en 0,08 gramos, la bondad de ajuste obtenido es de 0,066 (R^2) lo cual indica que un 6,6% de la variabilidad del peso del huevo es explicado por su relación lineal con la edad del ave (semanas).

Dentro de las características de apariencia o externas están incluidos los defectos de la cáscara, estos defectos incluyen: huevos con roturas (grandes o finas), huevos con cáscara fárfara o fina, cáscara áspera o rugosa, huevos deformes, huevos estriados, huevo con cáscara granulosa, huevo con heces, huevo con sangre, huevo con variaciones de color, entre otros.

Los resultados obtenidos para los defectos más significativos en la calidad de huevo en el análisis de las siete granjas de Costa Rica se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Defecto en la cáscara del huevo y su porcentaje de aparición en las 10 granjas analizadas de Costa Rica

Caracterización del defecto	Huevos con defecto	Porcentaje (%)
<i>Huevo con moho</i>	0	0
<i>Huevo con cáscara suave</i>	0	0
<i>Huevo con cáscara con sangre</i>	1	0,09
<i>Huevos con roturas finas</i>	38	1,25
<i>Huevo sucio</i>	53	1,75
<i>Huevo con cáscara decolorado</i>	68	2,25
<i>Huevo con cáscara granulosa parcial o total</i>	109	3,60
<i>Huevo con cáscara con pecas parciales o</i>	314	10,39
<i>totales</i>		
<i>Huevos sin alteraciones</i>	2439	80,70

Los huevos con roturas finas representaron el 1,25% de la totalidad de los huevos, lo cual se encuentra en el rango esperado según Coutts y Wilson (2007) de 1 al 2% de total de la producción, los huevos sucios representan un 1,75% del total de los huevos, los huevos con variaciones de color representaron el 10,39% de la totalidad de los huevos y un 3,6% de los huevos presentaron cáscara granulosa total o parcial.

Se cree que la cáscara rugosa es causada por material extraño en el oviducto y puede ser causado por altas edades en las aves superando incluso los límites de rentabilidad de producción, nutrición deficiente o desbalanceada, evitando un exceso de ingesta de calcio y la línea genética del ave, ya que las aves de huevo marrón presentan mayor incidencia de este problema (Coutts y Wilson 2007).

Características internas: componentes de la albumina y de la yema

Las características internas se dividen en componentes de la albumina y componentes de la yema, gracias a estos componentes se pueden obtener parámetros de calidad interna del huevo tales como las Unidades Haugh e Índice de yema.

Componentes de la albumina

Los resultados promedio de las componentes de la albumina fueron: las Unidades Haugh fueron de 87,10 UH (C.V: 14,79%), lo cual indica que los huevos analizados se encuentran según la descripción cualitativa para el consumidor en estado muy bueno (Periago 2012); el porcentaje de manchas de sangre fue de 23,52% y el de manchas de carne es de 20,88%.

Las Unidades Haugh obtenidas (87,10 UH) se encuentran sobre el nivel esperado de Unidades Haugh a la salida de la granja, el cual es de entre 75 y 85 UH (Coutts y Wilson 2007).

Las diversas variables que pueden causar una disminución de valor son: la edad de las aves, ya que según Gerber (2006) las Unidades Haugh disminuyen en 1,5 – 2 UH por mes de vida del ave, días y estado de almacenamiento, porque según Gerber (2006) la exposición del huevo al dióxido de carbono convierte la albumina más alcalina lo que causa desnaturalización de las proteínas y por tanto disminuye las Unidades Haugh.

El huevo almacenado a altas temperaturas aumenta la respiración y deteriora más rápidamente la calidad de la albumina, la genética del ave afecta según (Gerber 2006) las aves de huevo marrón producen un huevo con mayores Unidades Haugh y con menos variabilidad que las aves que producen huevo blanco y enfermedades tales como el Síndrome de baja postura, Bronquitis Infecciosa y Laringotraqueítis Infecciosa afectan negativamente las Unidades Haugh.

La distribución de las Unidades Haugh en los 3022 huevos analizados en las diez granjas de Costa Rica se presenta en la figura 12:

Distribución de las Unidades Haugh en los 3022 huevos analizados

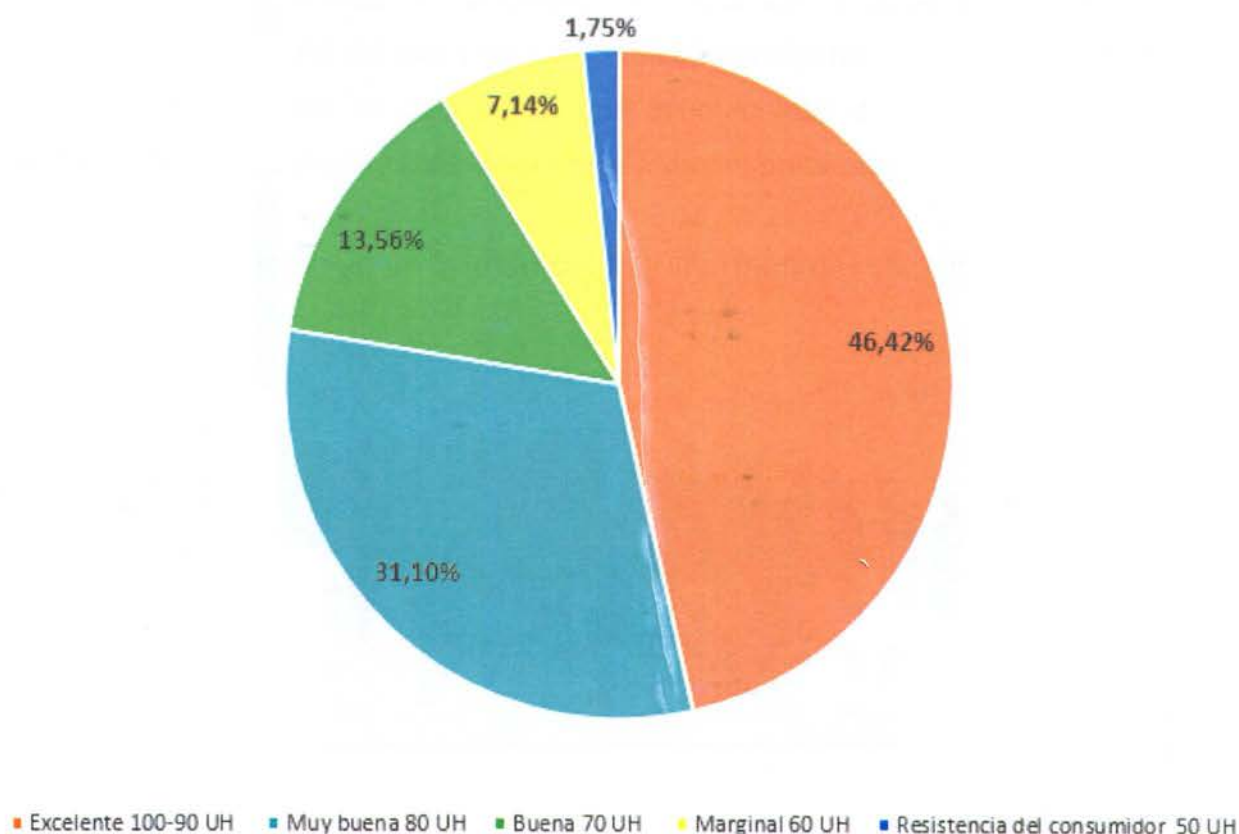


Figura 12. Distribución de las Unidades Haugh promedio de las diez granjas analizadas de Costa Rica

Un 46,42% de los huevos analizados presentaron Unidades Haugh de 90 o más UH los cuales se encuentran dentro de la descripción cualitativa para el consumidor de excelente (Periago 2012), un 31,1% de los huevos presentaron Unidades Haugh de 80 UH los cuales se encuentran dentro de la descripción cualitativa del consumidor de muy buena (Periago 2012) y un 8,89% de los huevos analizados presentaron Unidades Haugh inferiores a 60 UH, lo cual los ubica según la descripción cualitativa para el consumidor en un huevo marginal (resistencia del consumidor), es importante recalcar que este porcentaje bajo de UH proviene de aves de entre las 90-100 semanas y según (Gerber 2006) los huevos con Unidades Haugh inferiores a 60 no deben ser comercializados, por lo que se debe prestar especial atención a aves de

estas edades o no comercializar este huevo con categoría como fresco para el consumo humano o industrial.

Se realizó un análisis de correlación de todos los datos de las diez granjas de Costa Rica entre la edad del ave y las Unidades Haugh del huevo, dando un coeficiente de correlación de -0.44, lo cual indica que la intensidad de relación baja, lineal e inversa. La representación gráfica de la correlación se presenta en la figura 13.

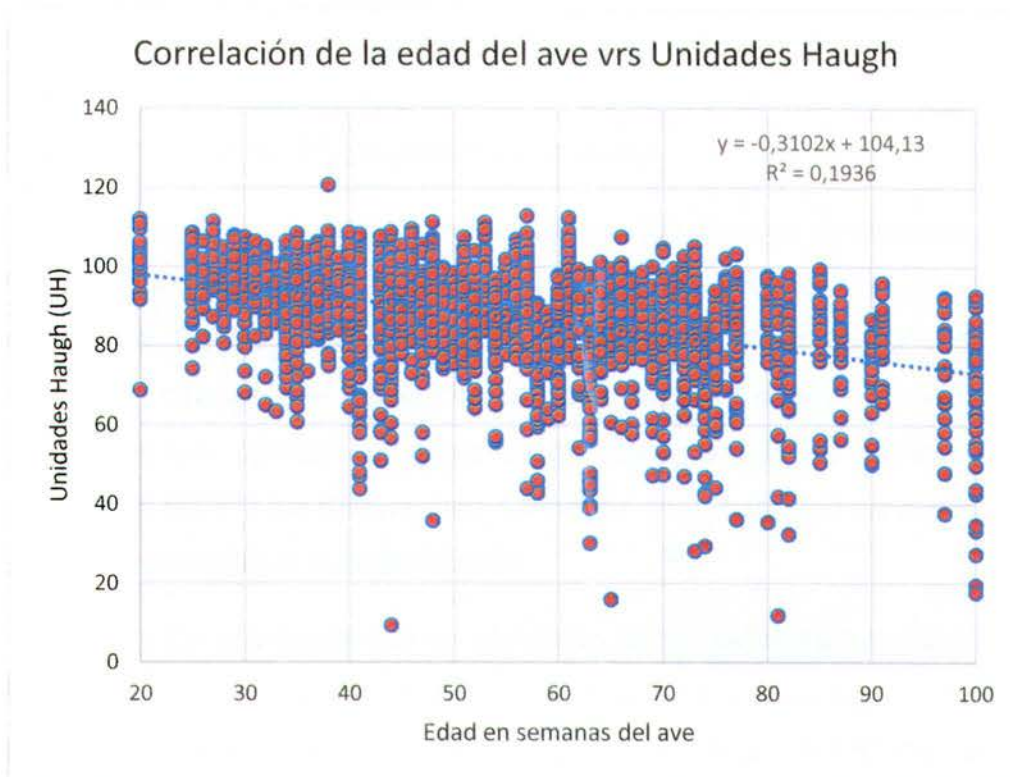


Figura 13. Representación gráfica de la coorelación entre la edad de las aves y las Unidades Haugh

El coeficiente de regresión obtenido es de -0,31 UH, lo que indica que por cada semana de edad del ave las Unidades Haugh disminuyen en 0,31, la bondad de ajuste obtenido es de 0,19 (R^2) lo cual indica que un 19% de la variabilidad de las Unidades Haugh del huevo es explicado por su relación lineal con la edad del ave (semanas).

El porcentaje de manchas de carne obtenido en los huevos analizados de las diez granjas de Costa Rica es de 20,88%, lo cual lo ubica dentro de los porcentajes

esperados según Coutts y Wilson (2007) de entre el 3% a más de 30%. Las manchas de carne pueden ser causadas por la edad del ave, bajos niveles de vitaminas A y K, productos antagonistas de la vitaminas K como las sulfaquinoxalina presente en la alfalfa, micotoxinas, fotoperiodos cortos o irregulares, estrés por movimientos o ruidos y la línea genética de las aves. Algunas líneas genéticas son más sensibles a la presencia de manchas de carne que otras; según Kashimori (2017) en un estudio realizado en Japón en el año 2008 donde se analizaron 24,418 huevos blancos, café claro y marrón se obtuvo que un 1,5% de los huevos blancos presentaban manchas de carne, los huevos café claro presentaron un 13,8% de manchas de carne y los huevos marrón presentaron un 33,1% de manchas de carne.

El porcentaje de manchas de sangre de los huevos analizados de las siete granjas de Costa Rica es de 23,52%, el cual es un nivel alto en comparación a lo esperado según Coutts y Wilson (2007) de entre un 2 a un 10% de total de la producción. Las causas que aumentan el porcentaje de sangre en el huevo son las mismas que las que causan un aumento en el porcentaje de manchas de carne y según Kashimori (2017) los huevos que contienen gran cantidad de manchas de carne no puede ser consumido ni comercializado.

En países de alto desarrollo en el ámbito de la avicultura se utiliza la técnica de control por luz o técnica de “Candling” como se muestra en la figura 14, donde en un área oscura definida en la planta diversos inspectores de calidad alumbran la superficie del huevo en busca de manchas de sangre o de carne de gran tamaño, gracias a esta técnica también se pueden descartar huevos para comercializar con suciedad, quebraduras o con forma irregular.

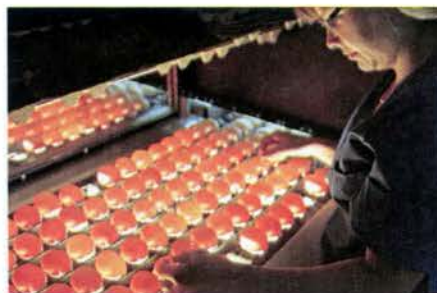


Figura 14. Técnica de “Candling”

Componentes de la yema

Los resultados promedio de las componentes de la yema fueron los siguientes: el color de la yema fue de 12,4 – 13 en la escala de color de DSM (C.V: 10,53%) y el índice de yema fue de 0.47 (C.V: 7,62%) lo que lo clasifica en un huevo súper fresco (Periago 2012).

El color de la yema es un parámetro que alto interés para el consumidor y varía según los gustos de cada país y de cada granja, en Costa Rica el promedio que fue de 12,4 – 13 y este color se obtiene gracias a la presencia de carotenoides en el alimento, ya sean carotenoides naturales presentes por ejemplo en el maíz o de manera artificial

El índice de yema permite relacionar la altura y el diámetro de la yema para obtener un dato de frescura del huevo; en Costa Rica el valor del índice de yema promedio es de 0,47 lo que lo clasifica como un huevo súper fresco; un huevo con un índice de yema inferior a 0,28 es un huevo que no debe ser comercializado ya que aumenta considerablemente la posibilidad de la ruptura de la yema (Periago 2012).

Para asegurar que un huevo fresco, según el índice de yema es un huevo con altas Unidades Haugh se realizó un análisis de correlación de todos los datos de las siete granjas de Costa Rica entre el índice de yema y las Unidades Haugh del huevo, dando un coeficiente de correlación de 0,41 lo cual indica que la intensidad de relación moderada, lineal y directa.

El coeficiente de regresión obtenido es de 0,0012, lo que indica que por cada valor que aumenta las Unidades Haugh aumenta en 0,0012 el índice de yema, la bondad de ajuste obtenido es de 0,17% (R^2) lo cual indica que un 17% de la variabilidad del índice de yema de huevo es explicado por su relación lineal con las Unidades Haugh.

La representación gráfica de la correlación se presenta en la figura 15:

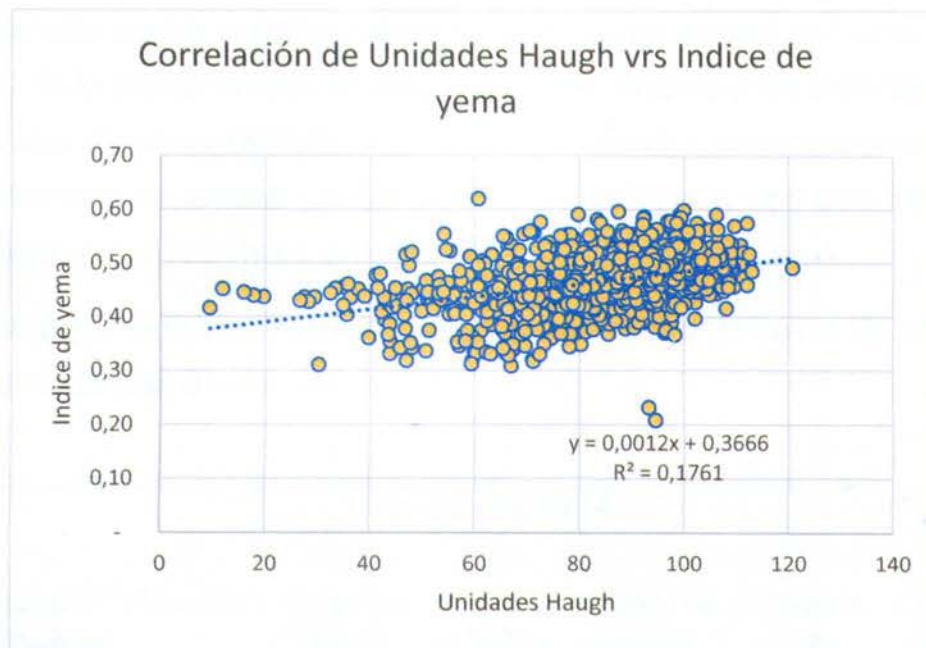


Figura 15. Representación gráfica de la coorelación entre la edad de las aves y las Unidades Haugh

Calidad de huevo según días y condiciones de almacenamiento

Los días de ovoposición del huevo y la temperatura de almacenamiento afectan la calidad interna del huevo al igual que lo hacen los factores nutricionales, de manejo, de salud, entre otros (Estrada et al. 2010).

Las bajas temperaturas en el almacenamiento prolongan la vida del huevo, sin embargo, el almacenamiento en Costa Rica en muchas ocasiones es a temperatura ambiente, la cual sobrepasa los 15°C, lo que ocasiona que la albumina densa se transforme a albumina fluida; este cambio se debe al intercambio gaseoso de hidrógeno y dióxido de carbono y a la alteración por tanto del sistema buffer del huevo que lleva a la alcalinización y pérdida de la viscosidad del albumen (Estrada et al. 2010).

El inadecuado almacenamiento del huevo puede afectar el pH del albumen, disminuir el peso del huevo y alterar la calidad del huevo para el consumidor, en especial respecto a las Unidades Haugh y el índice de yema (Estrada et al. 2010).

Se analizaron las variables internas y externas de calidad de huevo a 56 huevos, 28 de ellos de la granja "A" con 10 días de almacenamiento y los otros 28 de la Granja "B" con 5 días de almacenamiento y los datos obtenidos fueron comparados con los valores obtenidos en ambas granjas de huevos de cero a dos días de puesto. Los resultados obtenidos fueron los del cuadro 7:

Cuadro 7. Variables internas y externas de calidad de huevo de las granjas A y B, con diferentes días de almacenamiento.

Huevos Granja "A"

<i>Variable</i>	Días de puesto	Peso (g)	Unidades Haugh (UH)	Índice de yema	Color de yema (escala DSM)	Grosor de cáscara (um)	Manchas de sangre (%)	Manchas de carne (%)
<i>Promedio</i>	1	61,62	95,96	0,49	11	355,07	17,2	27,6
<i>Promedio</i>	10	61,64	61,62	0,40	12	343,0	25	28,5

Huevos Granja "B"

<i>Variable</i>	N° de huevos	Peso (g)	Unidades Haugh (UH)	Índice de yema	Color de yema (escala DSM)	Grosor de cáscara (um)	Manchas de sangre (%)	Manchas de carne (%)
<i>Promedio</i>	1	63,98	88,54	0,48	12	329,8	21,42	32,1
<i>Promedio</i>	5	63,67	68,59	0,41	12	336,36	7,14	3,57

*n: 56 huevos de supermercado.

En la Granja "B" la pérdida de peso fue de 0,31 gramos lo cual indica que el huevo tuvo 0,5 gramos más de pérdida según lo esperado por Fuentes (2013) que es de 0,25 gramos a los 5 días de almacenamiento, sin embargo, en la Granja "B" no se observan

grandes cambios de peso por almacenamiento. La pérdida de peso del huevo se debe, a la pérdida de vapor de agua por medio de los poros de la cáscara del huevo y el aumento de la cápsula de aire (Fuentes 2013).

Las Unidades Haugh de la granja "A" disminuyeron en 34,34 UH en 10 días de almacenamiento, convirtiendo el huevo en el tiempo según la clasificación del consumidor de Excelente a un huevo Marginal, mientras que en la granja "B" las Unidades Haugh disminuyeron en 19,95 UH, convirtiéndolo en un huevo de clasificación Muy Buena a Marginal. Esta disminución de las Unidades Haugh se debe como anteriormente se había mencionado, a las semanas de puesto y a la temperatura de almacenamiento; según Kashimori (2017), las Unidades Haugh de un huevo de 4 días de almacenamiento a 25°C son de 74-75 UH y las Unidades Haugh de un huevo de 10 días de almacenamiento a 25°C son de 65 UH.

El valor de las Unidades Haugh en ambas granjas se comportaron según las referencias bibliográficas.

El Índice de yema en la granja "A" disminuyó en 0,09 y el Índice de yema de la granja "B" disminuyó en 0,07, lo cual también se debe al intercambio gaseoso que causa un desequilibrio en el pH del huevo y por tanto una disminución de la viscosidad del albumen y la yema.

Los valores de manchas de sangre, de carne y de grosor de cáscara variaron entre sí, esto posiblemente se deba a las variaciones entre muestras (diversas aves).

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los aditivos nutricionales para la alimentación animal aportan beneficios en ámbitos económicos, ambientales, productivos y de calidad del producto que se le ofrece al consumidor. Gracias a la acción conjunta o individual de los mismos en las premezclas se permite la absorción de fósforo en el cuerpo del animal, evitando su excreción y por tanto la contaminación ambiental, se colora la yema del huevo para que resulte más atractivo para el consumidor, se obtienen diversos nutrientes como azúcares de materias primas que no pueden ser digeridos en totalidad por animales monogástricos, mejoran la calidad de las heces, entre otras. Para asegurar la calidad de las premezclas, diversas empresas ofrecen el servicio de crear la premezcla con la cantidad adecuada de materias primas por especie y etapa productiva, este es el caso de DSM Nutritional Products.

El uso de estos aditivos se traduce en calidad de alimento y percepción del consumidor; uno de estos alimentos es el huevo, el cual ve afectada su comercialización y aceptación por aspectos tales como el estado de la cáscara, limpieza de la cáscara, tamaño del huevo, color de la yema, condición de albumina y presencia de sustancias extrañas tales como las manchas de sangre y de carne.

La calidad del huevo fresco de las diez granjas analizadas de Costa Rica es de muy buena y súper fresco para el consumidor tomando en cuenta los valores de Unidades Haugh y de índice de yema. La cáscara tiene el grosor esperado para un huevo comercial y el peso del huevo es de categoría grande. El color de la yema se ubica dentro de las coloraciones altas de la escala de DSM de máximo de 15.

El huevo de supermercado que ha trascurrido varios días en anaquel es en general de calidad muy buena y es considerado súper fresco tomando en cuenta los valores de índice de yema.

Para saber la calidad del producto que se ofrece, el productor debe realizar pruebas constantes de huevo, para asegurarse ofrecer la calidad adecuada y garantizarle al consumidor huevo que cumple los requerimientos exigidos para la

población. Asimismo, le permite conocer que actividades está realizando que resultan negativas o positivas para su explotación y por tanto encontrar puntos de mejora.

ANEXO

Anexo 1. Ejemplo de informe de calidad de huevo por granja

Análisis de Calidad de Huevo



Empresa responsable del análisis: DSM Nutritional Products Costa Rica

Línea genética/Color de cáscara: Marrón y Blanco

Granja analizada: Avícola La Barranca

Edad del ave: Mix de edades de distintos lotes


Fecha de análisis del huevo: 16 de Marzo del 2017

Nº de huevos analizados: 6 huevos

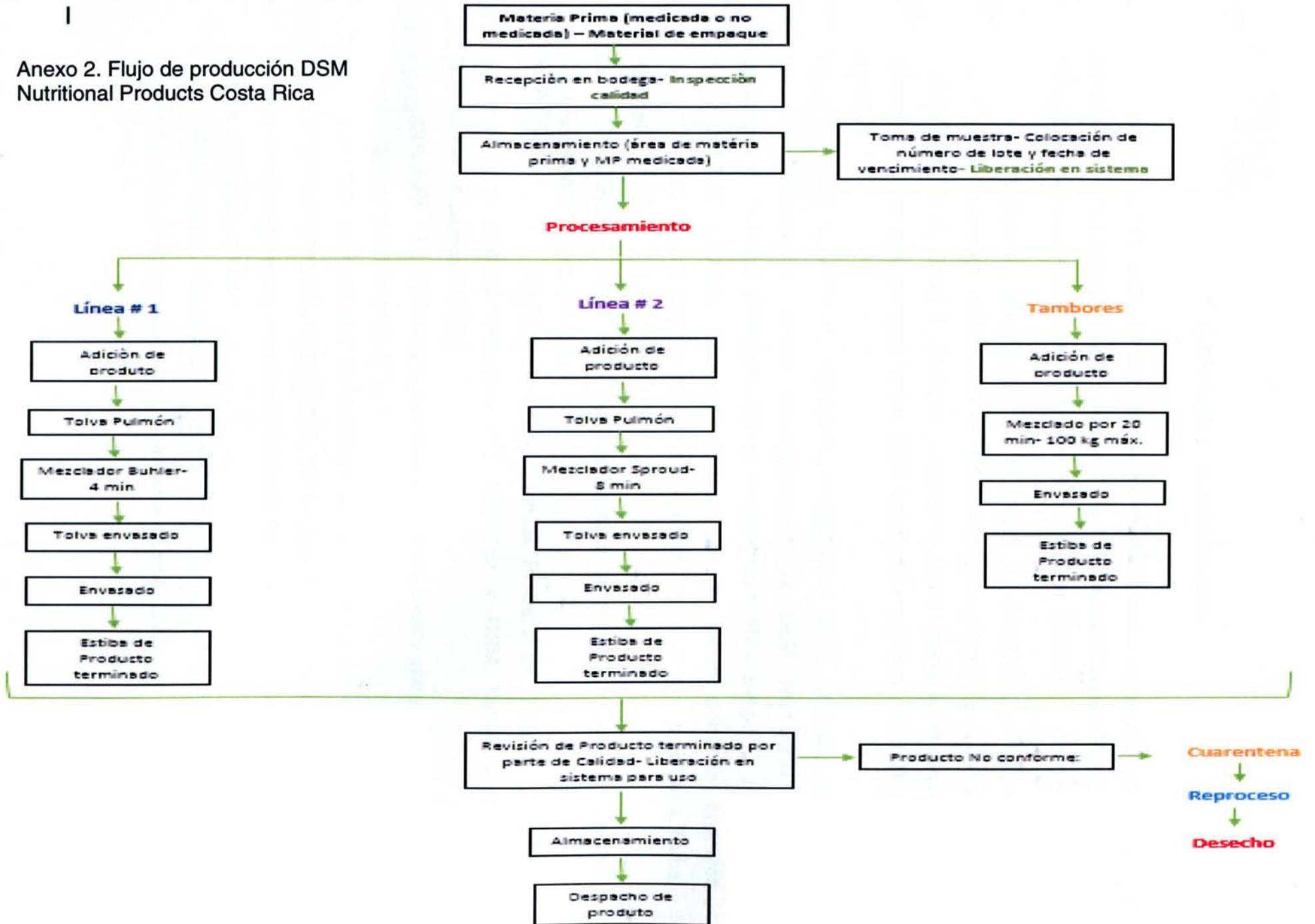
Variable	Resultado	Valores esperados según bibliografía	Valores esperados según línea genética –	Categorización	Coefficiente de Variación (%)
Índice Morfológico	75.77	74 - 75	-	Huevo de forma ideal	3.14 %
Peso Huevo (g)	65.86	-	-	Huevo talla "L"-Grande	
Unidades Haugh (UH)	69.75 UH	≥ 65	-	Huevo de calidad Aceptable	19.03%
Manchas carne (%)	16.6%	1-33.3 %	-	Dentro del límite de tolerancia de manchas de carne	-
Manchas sangre (%)	16.6%	1% -10%	-	Superior al límite de tolerancia de manchas de sangre (6.6%)	-
Índice de yema	0.41	≥ 0.38 – 0.40	-	Superior a lo esperado. Huevo categoría súper fresco	6.93 %
Color yema (abanico DSM)	11	-	-	-	6.87 %
Peso cáscara (g)	8.45 g	12-13% del peso del huevo	-	La cáscara representa un 12.82 % del peso del huevo	9.67 %
Grosor cáscara (um)	376	≥ 350 um	-	Superior al límite esperado- Excelente	8.79 %

RIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.™

Realizado por Ing. Karla Zeledón Sánchez. Valores de referencia tomados de: The Illustrated egg handbook Ayuko Kashimori, 2017 y Perlaço 2012

Caracterización de la cáscara	Adecuada condición 	Roturas finas	Granulosa Parcial	Granulosa Total	Cáscara sucia	Pecas parciales o totales (variaciones de color)	Deposiciones de calcio en la cáscara
Unidades – nº de huevos	3				2		1
Porcentaje de la muestra (%)	50 %				33.3 %		16.66 %

Anexo 2. Flujo de producción DSM
Nutritional Products Costa Rica



CAPITULO V. BIBLIOGRAFIA

ARANEDA R., 2006. Percepción de la calidad del huevo vista por un grupo de consumidores de Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Departamento de Medicina Preventiva Animal. Santiago, Chile. 14- 70 p.

BARROETA A., BAUCCELLS M., BLANCO A., CALSAMIGLIA S., CASALS., CEPERO R., DAVIN R., GONZALEZ G., HERNANDEZ J., ISABEL B., LOPEZ C., REY I., RODIRGUEZ M., SANZ J., SOTO M., WEBER G. 2012. Optimum Vitamin Nutrition in the production of quality animal foods. DSM Nutritional Products Limited. Reino Unido. 11-38 p.

BLANCO A., MATA K., PÉREZ M., PRENDAS A. 2016. Análisis y diagnóstico del departamento de ventas (monogástricos) de DSM Nutritional Products. Departamento de Salud y Nutrición Animal. Heredia, Costa Rica. 5-6 p.

CASTRO M.2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Volumen 39. La Habana, Cuba. 451-458 p.

CISNEROS F. 2016. Flock health influences carotenoid deposition in the yolk. DSM Nutritional Products. 1-7 p.

COUTTS J., WILSON G. 2007. Manual Práctico de Calidad de Huevo. Department of Primary Industries and Fisheries y DSM Nutritional Products. Queensland, Australia. 11-63 p.

CRUZ REY M. 2008. Alteraciones de la cáscara, clara y yema de huevo. Revista Ganadería. Enero-Febrero: 56-57 p.

DSM INTERNACIONAL. 2014. DSM at the glance, Factbokk. 45 p.

DSM NUTRITIONAL PRODUCTS. 2014. La pieza clave para una producción de huevos de calidad, segura y sostenible: Carofil. AviNews Abril 2014 "Una nueva visión para la avicultura". 1-4 p.

ESTRADA M., GALEANO F., HERRERA M., RESTREPO F. 2010. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo

comercial. Grupo de investigación en avicultura GIA. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Antioquia. Medellín, Colombia.

FADER W. 2001. Los minerales en la nutrición y salud animal en la región central de la provincia de Córdoba. Departamento de Producción Animal, INTA, Argentina. 1 p.

FUENTES P. 2013. Calidad interna del huevo y su conservación. Lecciones sobre el huevo. (4): 57-69 p.

GARCÍA S. 2014. Aminoácidos. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 1-17p.

GARCIA Y., GRACIA Y. 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Volumen 49. La Habana Cuba. 173-177 p.

GERBER N. 2006. Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: a review. Poultry Industry Association of New Zealand. Auckland, Nueva Zelanda. 3-18 p.

HY LINE. 2011. Análisis del mercado mundial del huevo y ovoproductos. 5 M El Sitio Avícola. Obtenido en Febrero del 2017 de: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2044/analisis-del-mercado-mundial-del-huevo-y-ovoproductos/>

HYLINE. 2013. La ciencia de la calidad del huevo. Actualizaciones técnicas Hyline. 5-8 p.

INEC. 2015. Censo Agropecuario de Costa Rica, Resultados Generales. Instituto Nacional de Estadística y Censo.

INTATEC. 2016. Manual del Protagonista: Nutrición Animal. Instituto Nacional Tecnológico en conjunto con el Ministerio Agropecuario. Nicaragua. 5-13 p.

KASHIMORI A. 2017. The Illustrated Egg Handbook. Department of Research NABEL Co. Ltd y DSM Nutritional Products. Reino Unido. 9-149 p.

KING'ORI A. 2012. Egg quality defects: types, causes and occurrence. Journal of Animal Production Advances. 350-355 p.

LEEK A. 2015. Alimentación para la calidad del huevo. 26 th Annual Australian Poultry Sci. Symp. 1-2 p.

LESSON S., SUMMERS J., DIAZ G. 2000. Nutrición Aviar Comercial. Edición 2000 Gonzalo J Díaz. 66-99 p.

LIZARDO R. 2006. Bicarbonato sódico en la alimentación del ganado porcino. IRTA. Institut de Recerca I Tecnologia Agroalimentaries. España. p 4.

MANUAL DE BPM DSM COSTA RICA S.A. 2016. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. DSM Nutritional Products. Heredia, Costa Rica. 1-36 p.

MATEOS G., GARCÍA M. 2000. Uso de premezclas en fábrica de piensos. Características y composición de las materias primas utilizadas en macrocorrectores. Departamento Producción Animal, UPM. 1-18 p.

MUFARREGUE J. 1999. Los Minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. Departamento de Producción Animal INTA. Argentina. 1-5 p.

MUFARREGUE J. 2002. El calcio en la alimentación del ganado bovino para carne. Departamento de Producción Animal, INTA, Argentina. 1-3 p.

NAGASHIRO C. 2009. Actualidad del uso de enzimas en la nutrición animal. DSM Nutritional Products. 1-3 p.

PERIAGO M. 2012. Higiene, Inspección y Control de huevos de consumo. Universidad de Mursia. 7-13 p.

RAVINDRAN V. 2010. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. XXVI Curso de Especialización FEDNA. 1-6 p.

RAVINDRAN V. 2012. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Monogastric Research Centre, Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey Universidad ,Palmerston Norte, Nueva Zelanda. 1-2 p.

REGLAMENTO TÉCNICO RTCA 65.05.52:11. 2012. Productos utilizados en alimentación animal y establecimientos. Requisitos de registro sanitario y control. Resolución No 282-2012. COMIECO - LXII

REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 397:2006. 2006. Huevos frescos o Refrigerados de gallina para consumo humano. Decreto número 33115. San José, Costa Rica. 5-12 p.

RIVERA J.2011. DSM Colombia inaugura la planta de premezclas de ingredientes nutricionales más moderna de América Latina. Revista alimentos hoy. 24 (20):83-84 p.

SIGHTLIFE. 2014. Las Vitaminas una guía breve. DSM Nutritional Products. Basilea, Suiza. 2-5 p.

TRONCOSO H. 2015. El uso de aditivos en la alimentación de bovinos. Entorno Ganadero, Edición 46, BM Editores.

UNIVERSIDAD DE LAS PLAMAS DE GRAN CANARIA. 2014. Aditivos y su Reglamentación. España. 1 p.

WEBER P. 2015. Práctica Dirigida en la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L, en la Planta de Alimentos para animales Dos Pinos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica. 3-5 p.

ZULUAGA M., SIERRA P. 2014. Estudio de mercado del huevo como materia prima para la elaboración de ovoproductos. Universidad EAFILT, Escuela de Economía, Medellín. 1-42 p.