



Universidad Nacional Autónoma de México

2ej.

Facultad de Estudios Superiores

"CUAUTITLÁN"

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA TEÓRICA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

Enrique Antonio Salmones Martínez

ASESORES: M.V.Z. JORGE LÓPEZ PÉREZ

I.B. JOSÉ JAIME FLORES MINUTTI

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 1998

TESIS CON
ALLA DE ORIGEN

210164



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Elaboración de una propuesta teórica para la aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo.

que presenta el pasante: Enrique Antonio Salmenes Martínez con número de cuenta: 8160272-0 para obtener el TITULO de: Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de octubre de 1997.

PRESIDENTE	<u>M.V.Z. Jorge López Pérez</u>	
VOCAL	<u>M.V.Z. Hiram Gutiérrez Renovato</u>	<u>1-X-97</u>
SECRETARIO	<u>M. en C. Carlos Manzano Cañas</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.V.Z. Carlos Avila Arreola</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.V.Z. Dora Luz Pantoja Carrillo</u>	

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Santiago Salmones Macías
Ernestina Martínez San Vicente

A MIS HERMANOS Y HERMANAS:

Santiago Ernesto, Marisol del Carmen, María de Lourdes y José Rafael

A MIS TÍOS Y TÍAS, PRIMOS Y PRIMAS

A MIS SOBRINAS Y SOBRINOS:

Marymar, Isita, Santiago Ernesto, Deborah Yoschandy, Benjamín, Mary Fe, Juan Pablo, Miguel Ángel, Pablo Andrés y Víctor Manuel

A TODA MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

En el transcurso de mi formación académica, profesional y personal, he contado con el apoyo, ayuda y participación de diversas personas e instituciones, a todas ellas manifiesto mi sincero agradecimiento, en especial a las siguientes:

A mi Padre, a mi Madre, a mis hermanas y hermanos y a mi familia en general

A todos mis Maestros y Maestras.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A mis Asesores de Tesis: M.V.Z. Jorge López Pérez e Ing. José Jaime Flores Minutti por su atinada dirección en este trabajo y por la paciencia que me tuvieron durante la realización del mismo.

A la Lic. Jessica Annabel Páez Arancibia, a la Lic. Rosa Guadalupe Valadéz Oiguín y al Lic. Gerardo Sánchez Ambríz, quienes en la Coordinación de Bibliotecas y Hemerotecas de la FES-C, me ayudaron con la búsqueda computarizada de datos.

A mi amigo el M.V.Z. José Antonio Arias García y a su familia.

A la Dirección de Programación y a la Coordinación Administrativa de la Dirección General de Programación, Organización y Presupuesto de la Secretaría de Salud por su apoyo durante la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado por las observaciones y correcciones hechas a esta tesis.

Al Dr. Antonio Carlos López Ramírez por su valiosa colaboración.

A Blanca Estela Bretón Salazar por su eficiente labor en la captura de esta tesis.

A mis amigos.

GRACIAS

ÍNDICE

RESUMEN

<u>OBJETIVO GENERAL</u>	1
INTRODUCCIÓN	2
<u>AVICULTURA</u>	2
Generalidades	2
Producción de alimentos	3
<u>LAS GALLINAS PONEDORAS</u>	4
Características de producción	5
Nutrición de ponedoras	7
Muda forzada, desplume o pitecha	11
<u>ALIMENTOS</u>	13
Aspectos importantes	13
Historia de la conservación de alimentos	13
Análisis químico	14
Análisis microscópico	15
Microorganismos	15
Coeficiente de actividad del agua (Aw)	20
Influencia general de la temperatura en los microorganismos	22
Análisis bacteriológico	23
Microorganismos productores de enfermedades	24
Mecanismos patogénicos de las bacterias gastroentéricas	25
Intoxicaciones alimentarias	25
• Intoxicación alimentaria estafilocócica	27
• Salmonelosis	29
• Colibacilosis	34
Pasteurización	36

Criterios, normas, especificaciones, pautas y límites microbiológicos	38
Certificación de la calidad	39
Objeto de los estándares microbiológicos.....	39
Deshidratación.....	40
Métodos de secado o deshidratación.	41
Reconstitución de alimentos deshidratados	43
<u>SALUD PÚBLICA</u>	44
Salud ..	44
Salud pública	44
Higiene personal	45
Higiene en la industria alimentaria	45
Limpieza.....	46
Contaminación..	46
Agente infeccioso	46
Infección.....	46
Enfermedad infecciosa.....	47
Desinfección o sanitización	47
Desinfección concurrente.....	47
Educación para la salud	48
Buenas prácticas de higiene y sanidad,..	48
Ingeniería sanitaria	50
Programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva	53
<u>SISTEMA HACCP</u>	59
Origen ..	59
Definición.....	60
Desarrollo	62
Legislación.....	63
Definiciones básicas	64
• Monitoreo continuo	64
• Punto en control.	64
• Punto crítico	64
• Punto crítico de control	64

• Defecto crítico.....	64
• Límite crítico.....	64
• Desviación	65
• Plan HACCP.....	65
• Sistema HACCP.....	65
• Riesgo.....	65
• Monitoreo.....	65
• Riesgo estadístico.....	65
• Categoría de riesgo.....	65
• Ingrediente sensible.....	65
• Riesgo significativo.....	65
• Chequeo momentáneo.....	65
• Verificación.....	65
Principios.....	66
Etapas.....	76
Importancia.....	81
Relación con los criterios microbiológicos.....	82
Relación con el concepto de BPM/GMP.....	82
Relación con el concepto de CSA/QSA.....	83
Aplicación en la industria alimentaria.....	84
Descripción del sistema HACCP.....	84
Secuencia para la aplicación del sistema HACCP.....	97

<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS (O.E.1, 2, 3, 4 y 5).....</u>	<u>99</u>
--	-----------

<u>PROPUESTA TEÓRICA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO (O.E. 1).....</u>	<u>100</u>
--	------------

A. FORMACIÓN DEL EQUIPO HACCP.....	104
------------------------------------	-----

B. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	104
------------------------------------	-----

<u>HUEVO</u>	104
--------------------	-----

Formación	104
-----------------	-----

Partes.....	105
-------------	-----

• Cutícula	107
• Cascarán.....	107
• Clara o albúmina.....	114
• Yema.....	115
Composición.....	117
Colesterol	120
Gravedad específica.....	122
Clasificación	123
Clasificación del huevo en los E.U.A.	123
Clasificación del huevo en México.....	129
Tamaño	130
Producción	132
Defectos	134
Grado de frescura o edad.....	135
Contaminación.....	136
Limpieza.....	137
Análisis microbiológico.....	138
Enfermedades aviares que afectan al huevo	141
Prevención de enfermedades.....	145
Alteraciones	145
Empaques.....	147
Almacenamiento.....	147
Procesamiento e industrialización	149
Alternativas de mercado.....	149
Tratamiento enzimático	153
Legislación alimentaria	153
• Norma oficial mexicana correspondiente al huevo en polvo.....	153
• Huevo entero deshidratado o en polvo.....	155
• Huevo fresco.....	155
• Huevo fresco refrigerado	156
• Huevo líquido pasteurizado	156
• Huevo pasteurizado y congelado.....	156
• Huevo estabilizado y pasteurizado (sin glucosa).....	156
• Especificaciones sensoriales.....	157
• Especificaciones físicas y químicas	157
• Especificaciones microbiológicas	158

• Aditivos permitidos por la Secretaría de Salud	158
• Materia extraña	159
• Muestreo	159
• Criterio de aceptación	160
• Métodos de prueba	160
• Marcado o etiquetado en el envase	160
• Envasado.....	161
• Embalaje.....	161
• Marcado en el embalaje	162
• Almacenamiento	162
• Apéndice A.	162
• Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios	162
• Anteproyecto de Norma de Calidad del Huevo Fresco de Gallina.....	166
• Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Huevo, sus productos y derivados.....	167
• Relación con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC).....	167
C. IDENTIFICACIÓN DEL USO DEL PRODUCTO POR PARTE DE LOS CONSUMIDORES	170
D. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO	172
Descripción de las operaciones del proceso de producción de huevo en polvo.....	173
E. DESCRIPCIÓN DE COMO DETERMINAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO (O.E.2).....	181
F. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL	191
• DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO INCLUYENDO LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC1 Y PCC2).....	204
• Establecimiento de especificaciones para cada PCC.....	205

• Establecimiento de acciones de monitoreo para cada PCC	205
• Establecimiento de medidas correctivas para cada PCC	208
G ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO.....	210
H. ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN	213
I PLAN BASADO EN EL SISTEMA HACCP PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO (O.E.3).....	216
J. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO (O.E 4).....	222
DISCUSIÓN	224
CONCLUSIONES ..	226
BIBLIOGRAFÍA	227

R E S U M E N

El sistema HACCP es un sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control relacionado directamente con la producción de alimentos para consumo humano. El nombre de HACCP proviene de las letras iniciales de las palabras que en inglés resumen al sistema, de ahí se tiene que HACCP significa en inglés Hazard Analysis and Critical Control Points; en español al sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control se le puede llamar sistema ARPC, o bien, ARICPC, que sería el equivalente de HACCP. Este sistema puede ser definido como una herramienta administrativa disponible para el productor de alimentos en general y alimentos en polvo en particular, cuya función es desarrollar procedimientos preventivos para elaborar tales alimentos, siendo así estos alimentos seguros dentro de las especificaciones acordadas. El enfoque tradicional del sistema HACCP es determinar el riesgo que presentan los microorganismos patógenos para el consumidor de alimentos, un riesgo es definido en el amplísimo contexto de fallar o fracasar para satisfacer las especificaciones del proceso y del producto. Se considera al sistema HACCP basado en el control de la calidad como una herramienta cuyo uso proporciona medios para introducir un control de calidad con un costo efectivo. Provee un sistema lógico para proyectar o idear, documentar e implementar significativamente un control práctico para uno o varios procesos u operaciones dentro de la planta. El valor o ayuda para crecer con el uso de este concepto dependerá de los beneficios económicos derivados del mismo para la industria. El Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP) es un método de aseguramiento de la calidad, utilizado principalmente para prevenir riesgos microbiológicos, físicos y químicos en los alimentos procesados

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos es un método sistemático, racional y continuo de previsión y organización, con miras a lograr la seguridad de los alimentos, mejorar su calidad y disminuir las pérdidas ocasionadas por su alteración. Este método puede ser aplicable a todas las operaciones del proceso de un alimento, desde la producción de la materia prima, la elaboración, su distribución y

finalmente la manipulación por el usuario final. En resumen, el HACCP es un sistema preventivo para controlar la producción de alimentos seguros, consiste en una *evaluación crítica* de todo el proceso de elaboración de alimentos con la finalidad de determinar donde existen riesgos de contaminación que puedan originar productos alimenticios no seguros. En este sentido, cabe mencionar que un punto crítico de control (PCC) es el paso, etapa o punto en el proceso de elaboración de alimentos donde un riesgo es minimizado si es mantenido un *control adecuado*, así como el correspondiente monitoreo de este punto. El mantener registros exactos y puntuales permite verificar si los PCC's están siendo controlados, o bien, detectan cuando el control en éstos se ha perdido. El HACCP es un acceso sistemático para la identificación y determinación de peligros y riesgos microbiológicos asociados con alguna *operación alimentaria* en particular y la definición de medios para su control.

Este trabajo presenta una propuesta teórica para la aplicación del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP), en el proceso de producción del *producto alimenticio* de origen animal denominado huevo en polvo o deshidratado, haciendo énfasis en las medidas preventivas correspondientes a cada PCC identificado en las etapas relativas a tal proceso, así como el monitoreo de cada PCC, el establecimiento de registros y de las medidas correctivas necesarias para garantizar la calidad sanitaria del producto, dentro de un proceso productivo económicamente positivo.

OBJETIVO GENERAL

En el presente trabajo se pretende mostrar un panorama amplio referente a la mayoría de los aspectos involucrados, considerados como los más importantes, en la elaboración del producto denominado "huevo en polvo o deshidratado", desde un enfoque teórico y bajo los principios del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP).

INTRODUCCIÓN

AVICULTURA

Generalidades -

En general, la avicultura es un conjunto de actividades desarrolladas por el ser humano relacionadas con la reproducción y cuidado de las aves domésticas que mantiene en cautiverio, con la finalidad de satisfacer diversas necesidades como son la alimentación y recreación humanas (138). La avicultura está formada por varias ramas entre las cuales se encuentra la destinada a la producción de alimentos como carne y huevo a partir de tres grupos de aves llamados respectivamente aves de engorda, aves de postura y aves de doble propósito. Lo anterior se logra utilizando aves genéticamente aptas para estos fines y empleando la alimentación adecuada y cuidados necesarios. Otras ramas de la avicultura se encargan de atender lo referente a las aves de ornato, aves silvestres, aves de combate, aves mensajeras, etc., en este contexto, se tienen los siguientes cuatro grupos de aves:

- 1) Paseriformes.- En este grupo se incluye a las aves canoras como el jilguero y a las ornamentales como los periquitos australianos
- 2) Columbiformes - También llamadas colúmbidas, en este grupo se encuentran las palomas comunes y las palomas mensajeras, son aves de talla pequeña o mediana cuya cría se establece con el fin de obtener carne, de emplearlas como mensajeras, o de disfrutar su presencia
- 3) Anseriformes.- Este grupo incluye a los gansos, cisnes y patos; de estos últimos se obtiene principalmente huevo y carne
- 4) Galliformes.- Llamadas también gallináceas, son aves de diferentes tamaños, tienen en común dos características principales que las distinguen de los otros tres grupos ya mencionados, estas características son: tener cuerpo pesado con relación a su tamaño y

tener vuelo corto, lento y bajo; de éste, algunas aves como el pavo real son puramente ornamentales, otras como las de combate son criadas principalmente para este fin, sin embargo, con mayor frecuencia se les mantiene porque aportan a la economía doméstica una elevada producción anual de huevos y carne blanca, suave y abundante (138).

El gallo silvestre rojo (*Gallus gallus*) pertenece a la especie de la que deriva la gallina doméstica (15).

Producción de alimentos.-

Dentro de la avicultura dedicada a la producción de alimentos se tienen tres clases de aves pertenecientes al grupo de las gallináceas ya descrito anteriormente, estas clases de gallináceas son las siguientes:

- 1) Aves ligeras.- Destinadas principalmente a la producción de huevo con cascarón blanco para consumo humano, a este producto se le llama huevo para plato, a dichas aves se le llama comúnmente aves ponedoras, de postura, o gallinas ponedoras (138).
- 2) Aves pesadas.- Aquí se encuentran los machos y hembras criados con el fin de obtener carne a partir de ellos, se conocen comúnmente como pollos de engorda, de éstas, las hembras son malas ponedoras de huevos con cascarón café (138).
- 3) Aves de doble propósito.- Estas aves, también llamadas semillgeras, inicialmente producen huevos con cascarón café para consumo humano y al final de su vida se aprovecha su carne como alimento (125).

La mayor cantidad de la producción mundial de huevo y carne de aves proviene de las tres clases de gallináceas ya mencionadas. También son importantes como fuente de huevo y carne, en menor cantidad, los patos, guajolotes, palomas, codornices y las aves de combate o llamadas comúnmente gallos y gallinas de pelea

LAS GALLINAS PONEDORAS

Proviene de manera principal a partir de tres líneas genéticas que al producir híbridos generan razas productoras de huevo, estas razas híbridas son fundamentalmente: Leghorn o Livorno, Ancona y Minorca. Las razas y líneas que ponen huevos café son: Australorp, Orpington negra, Java, Jersey negra, Rhode Island Roja, Plymouth Rock Barrada, Harco, Auto Sexing, B-390, Dekalb Warren, Dekalb Amber Link, Hysexbrown, HyN Brown Nick, Hubbard Golden Comet, Hy Line B-11, Kim Brown, White P. Rock, Yaffa, Shaver Starcross 566 y 579, Sunnybroik, Red Rock X, Welp Line 650-N y otras (125, 138).

En la actualidad la mayoría de las gallinas ponedoras se ha formado a partir de la Leghorn blanca seleccionada en los E.U.A., son delgadas, de porte elegante y temperamento nervioso. Los pollos presentan crecimiento y emplume rápidos, las hembras raramente encluecan y los huevos que producen se incuban fácilmente, hay variedades con cresta simple y con cresta de roseta, las mejores productoras son las de cresta simple. El macho adulto pesa 2.7 kg y la hembra adulta 2.0 kg. Producen huevos con cascarón blanco. Algunas características de estas gallinas son: temperamento nervioso, pico y patas amarillos, cresta desarrollada y caída hacia un lado, cuerpo delgado pero con buen desarrollo del abdomen, espalda larga y recta, patas delgadas sin espolón; ojos redondos, prominentes y vivos, cola cerrada, corta y erecta (148). En las ponedoras de piel amarilla, conforme avanza el ciclo de postura que generalmente dura 52 semanas, diferentes zonas anatómicas de las gallinas van manifestando despigmentación de la piel. Considerando esto y basándose en tablas de despigmentación se puede establecer una relación entre esta última con el tiempo de postura y la cantidad de huevos puestos por la gallina examinada; para que ello sea válido, es necesario que se administre suficiente pigmento en la ración alimenticia de las gallinas, de lo contrario, al haber escasas reservas del mismo en el ave habrá mayor despigmentación en más zonas anatómicas, invalidando los datos establecidos en las tablas de despigmentación (138, 155). Así, entre las ponedoras de huevo con cascarón blanco están las razas y líneas: Hamburguesa, Lamona, Arbor Acres-26, Babcock-300, Best Lay

Dekalb, Nick-310, Hissexweiss, Garber G-200, HyN Nick Chick, Hubbard Leghorn, Hy Line W-36, Yanib V.B-18, Shaver Starcross-288, Sunnybrook White Leghorn, Welp Line y otras (125, 138, 155).

Características de producción -

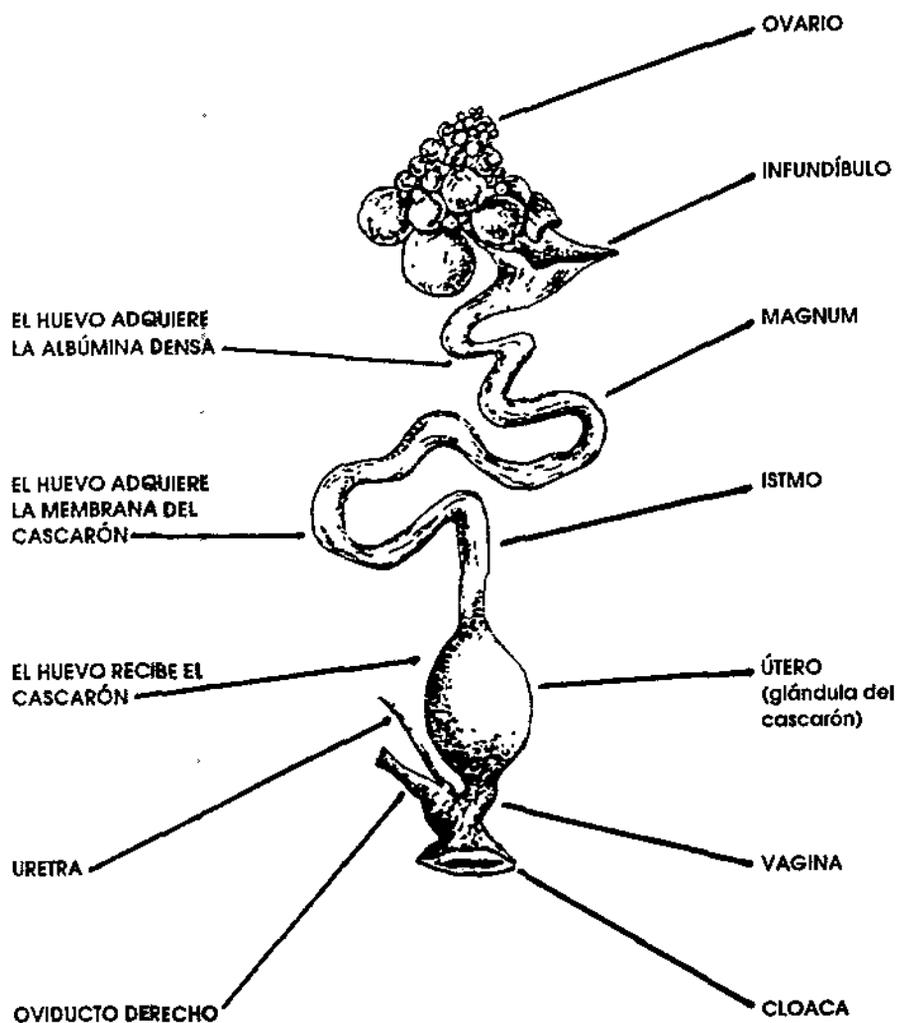
En ensayos al azar en E.U.A., y Europa realizados durante 1982 y 1983 se encontraron los siguientes resultados:

TABLA 1

COMPARACION ENTRE PONEDORAS DE HUEVO MARRÓN Y HUEVO BLANCO DE 1982 A 1983			
CARACTERÍSTICA	MARRÓN (1)	BLANCO (2)	DIFERENCIA ENTRE (1)-(2)
MORTALIDAD DE POLLITAS EN %	2.17	2.48	-0.31
MORTALIDAD ADULTA EN %	4.80	7.31	-2.51
EDAD 50% EN DÍAS	158.80	155.30	+3.50
HUEVOS POR GALLINA EN CASETA A LAS 72 SEMANAS DE EDAD	264.90	268.00	-3.10
GALLINAS PRODUCIENDO AL DÍA EN %	77.10	78.80	-1.70
CONSUMO DE ALIMENTO POR DOCENA DE HUEVO (EN LIBRAS)	4.20	3.85	+0.35
CONSUMO DE ALIMENTO EN LIBRAS POR LIBRA DE HUEVO	2.57	2.44	+0.13
PESO DEL HUEVO EN GRAMOS	62.80	59.80	+3.00
HUEVOS EXTRAGRANDES Y GRANDES EN %	84.80	72.70	+12.10
MASA DEL HUEVO EN Kg	16.62	16.00	+0.62
PESO CORPORAL EN LIBRAS	4.90	3.92	+0.98
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL HUEVO	1.98	2.54	-0.56
HUEVOS GRADO A EN %	96.20	95.60	+0.60
HUEVOS PERDIDOS EN %	2.20	2.45	-0.25

Fuente WARREN, 1990 Referencia número 166

FIGURA 1



ANATOMOFISIOLOGÍA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE LA GALLINA (8).

Las empresas líderes de ponedoras en México en 1995 fueron:

TABLA 2

EMPRESAS LÍDERES DE PONEDORAS Y CANTIDAD DE LAS MISMAS EN MÉXICO	
EMPRESA	CANTIDAD DE PONEDORAS
RANCHO EL CALVARIO	5 900 000
BACHOCO S A	4 300 000
AVÍCOLA TEHUACÁN	4 000 000
AVÍCOLA DEL SURESTE	3 000 000
PRODUCTORES AGROPÉCUARIOS DE VALSEQUILLO	2 000 000
CHISPEADERO	1 350 000
AVITEC	1 250 000
GRANJA COAPA	550 000

Fuente INDUSTRIA AVÍCOLA, Vol 42, núm 1, 1995 Referencia número 72

Para 1995 la cantidad de ponedoras en México, incluyendo 20 millones de éstas en etapa de pitecha, llegó a 86 millones, habiendo un incremento de 4 millones de gallinas productoras de huevo en un periodo de un año; por otra parte, de acuerdo a la cantidad de ponedoras y en orden decreciente, las entidades federativas se ubicaron de la siguiente manera. Jalisco, Puebla, Sonora, Nuevo León, Yucatán, Guanajuato, Coahuila, Durango, Sinaloa, Michoacán, Estado de México, Veracruz, Morelos, Baja California, Querétaro, Guerrero, Nayarit, Aguascalientes, Hidalgo, Chiapas, Chihuahua, Campeche, Oaxaca, Baja California Sur, Colima, Zacatecas, Distrito Federal, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Quintana Roo y, finalmente, Tlaxcala (72, 139).

Nutrición de ponedoras.-

Comprende la adecuada cantidad y proporción de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales, agua y vitaminas en cada etapa del ave. Específicamente, la energía metabolizable (EM) en kilocalorías (Kcal) por

Kg de alimento y la proteína en % son: de las 0 a las 5 semanas de edad 2,900 Kcal con 20% de proteína, de las 6 a las 14 semanas de edad 2,900 Kcal con 16% de proteína, de las 15 a las 20 semanas de edad 2,900 Kcal con 12% de proteína. Su requerimiento proteico está íntimamente ligado al grado de producción de huevo, al inicio de la postura sólo el 13% de la dieta debe ser proteína, cuando la producción alcanza su máximo el requerimiento de proteína puede llegar a 17% a 19%, pudiendo bajar al final del ciclo hasta el 14% (125).

Una dieta con 12.4% de proteína suplementada con metionina, cubrió los requerimientos proteicos luego del ayuno de gallinas White Leghorn que habían pasado su segunda muda de plumas a las 97 semanas de edad, en un medio ambiente con condiciones controladas (82).

El grano de maíz con alto contenido de aceite es superior al maíz convencional para lograr una mejor conversión alimenticia en las gallinas ponedoras (70).

De acuerdo a un experimento, parece ser que las ponedoras de huevo marrón resisten mejor la pérdida de peso relacionada con el ayuno corto (0 a 4 días) cuando se comparan con las ponedoras de huevo blanco (49).

Se han comparado los requisitos de calcio y fósforo en ponedoras de huevo blanco y en las que los ponen color marrón; los requisitos de fósforo son iguales, mientras que los requisitos de calcio en las ponedoras de huevo marrón son menores que para las que ponen huevo blanco. Se ha reportado que el requisito diario de fósforo dietético disponible es de 0.4%, o sea 358 miligramos para ambos tipos de aves. Sin embargo, las de huevo marrón sólo requieren de 3.4 gramos de calcio al día, o sea 2.8%, en comparación con las de huevo blanco que requieren 4.1% de calcio. Este nivel de 2.8% requiere el 0.4% de fósforo. Esta combinación no afectó la producción de huevos, tamaño de los mismos, consumo de alimento, peso corporal o calidad del cascarón (62).

Las consideraciones acerca de los requisitos nutricionales de ponedoras comerciales de 1984 a 1994 han variado como se muestra en la tabla siguiente

TABLA 3

**COMPARACIÓN DE REQUISITOS NUTRICIONALES DE PONEDORAS COMERCIALES
PUBLICADOS EN LAS REVISIONES DEL NRC DE 1984 Y 1994**

Nutriente	1984 ¹	1994 ²
Proteína y aminoácidos:		
Proteína cruda, mg/día	16,000	15,000
Arginina, mg/día	750	700
Histidina, mg/día	180	170
Isoleucina, mg/día	550	650
Leucina, mg/día	800	820
Lisina, mg/día	700	690
Metionina, mg/día	350	300
Metionina + cistina, mg/día	700	580
Fenilalanina, mg/día	440	470
Fenilalanina + tirosina, mg/día	880	830
Treonina, mg/día	500	470
Triptófano, mg/día	150	160
Valina, mg/día	600	700
Macrominerales		
Calcio, mg/día	3,750	3,250
Cloro, mg/día	165	130
Magnesio, mg/día	55	50
Fósforo no-fitado, mg/día	350	250
Potasio, mg/día	165	150
Sodio, mg/día	165	150
Minerales traza:		
Cobre, mg/día	88	?
Yodo, mg/día	03	004
Hierro, mg/día	5.5	4.5
Manganeso, mg/día	3.3	2.0
Selenio, mg/día	01	006
Zinc, mg/día	5.5	3.5
Vitaminas solubles en grasa:		
Vitamina A, UI/día	440	300
Vitamina D3, UI/día	55	30
Vitamina E, UI/día	55	5
Vitamina K, mg/día	055	05
Grasa:		
Linoleica, mg/día	1,100	1,000
Vitaminas solubles en agua:		
B12, mg/día	0004	0004
Biotina, mg/día	011	01
Colina, mg/día	?	105
Ácido fólico, mg/día	0275	025
Niacina, mg/día	110	10
Ácido pantoténico, mg/día	242	2
Piridoxina, mg/día	33	25
Riboflavina, mg/día	242	25
Tiamina, mg/día	088	07

1 Asume un consumo diario de 110 g
2 Asume un consumo diario de 100 g.

Fuente: MORAN, 1995. Referencia número 108

Muda forzada, despiume o pelecha.-

Entre los métodos de pelecha están el convencional, el Washington y el California; en el primero se quitan alimento y agua los días 1, 2, 4, 6 y 8, dando 4.5 Kg de alimento por cada 100 aves los días 3, 5, 7 y 9, y del día 10 al 55 ó 60 el 75% del consumo del alimento completo; con 8 horas de luz al día desde el día 1 al 60, en el Washington, se eliminan alimento y agua los días 2 y 3, se continúa sin alimento el día 4 y a partir del día 5 se dan 2.7 Kg de alimento por cada 100 aves, hasta que la parvada llega a menos del 1% de producción, regresando a ración completa cerca del día 49, con 8 horas de luz diaria del día 1 al 49; en el California se quita el alimento del día 1 al 10, del 11 al 30 se alimenta completa con mijo, maíz o trigo, con 8 horas de luz al día o se descontinúa del día 1 al 30 (125).

Comparativamente, en el primer ciclo de postura hay mayor cantidad de huevos, menor consumo en general de alimento, es mayor la etapa útil de producción, hay mayor tasa de producción, mejor calidad del cascarón y mayor calidad interior del huevo; asimismo, en el segundo ciclo los costos de producción son más bajos y el tamaño del huevo es mayor (125).

La muda forzada es una forma de reclutar a las ponedoras de huevos para obtener un máximo de rendimiento y ganancias económicas. Generalmente, una parvada pelechada mostrará una incrementada calidad del cascarón y viscosidad de la albúmina al ser comparada con el rendimiento de antes de la pelecha. Hasta un 60% de todos los huevos producidos por las gallinas en muda son de tamaño extra grande o gigante. La restricción del consumo dietético de energía ha demostrado reducir el tamaño del huevo. El peso del huevo merma con la restricción de energía. En un estudio en estas condiciones de restricción de energía en gallinas con muda forzada, los huevos pesaron menos debido a la baja del peso de la yema. La producción de huevo por día no se vio afectada significativamente en ningún nivel de restricción de energía durante la duración del experimento. Mejoró la calidad del cascarón, porcentaje y grosor, evaluada por la gravedad específica, cuando se restringió más la energía (77).

El retiro de agua o de alimento para inducir el desplume forzado es una práctica en desuso en Australia de acuerdo a su código de bienestar. Por otra parte, se ha encontrado que el uso de raciones consistentes únicamente en grano de cebada entero sin estar acompañadas del retiro de agua o la reducción del período diario de iluminación ocasionaron el cese de la postura de huevos a los siete días de este tratamiento. La producción de huevos se reinició diez días después de haber empezado a alimentar a las gallinas con su ración normal (66).

La deficiente calidad del cascarón durante las últimas etapas de postura puede restaurarse al imponerse períodos cortos de descanso durante estas etapas. El descanso de cuatro días ha resultado en valores de gravedad específica similares a los observados durante la pelea convencional. Un corto período de descanso de cuatro días ha restaurado la calidad del cascarón (78).

Existe un método con el que las aves, en vez de someterse al estado de inanición característico de la práctica tradicional de muda de plumas forzada, son inyectadas con un análogo sintético de una hormona que se presenta en forma natural en sus organismos. Se trata de la sustancia D-Trp-6-LHRH, que es un análogo sintético del compuesto de liberación de la hormona luteinizante aviar (LHRH) el cual ha sido inyectado a más de 1 800 gallinas Leghorn, produciendo una caída significativa de la postura similar a la producida usando el método tradicional de inanición, pero sin los efectos de pérdida de peso (83).

ALIMENTOS

Aspectos importantes.-

Se ha afirmado que los alimentos deben estar disponibles y accesibles para cada persona en forma higiénica, atractiva, agradable, continua y con el mejor valor nutritivo posible, para lograr dietas adecuadas para toda la población de cada país. Sin embargo, la desnutrición (problema social presente en México) afecta más a los grupos de bajos ingresos económicos, principalmente a niños, mujeres embarazadas y mujeres lactantes; las condiciones de desnutrición de la población son relativamente similares para toda América Latina, resultando ser más severas en las áreas rurales que en las grandes ciudades; la búsqueda de productos con alto contenido de proteína sigue ocupando el tiempo y la atención de científicos de todo el mundo, habiéndose logrado el desarrollo de concentrado de proteína de pescado y de leguminosas de grano que pueden ser utilizados como suplementos alimenticios; la falta de implementación de los hallazgos de la investigación en alimentos es uno de los factores que más dañan el avance de la tecnología; se considera que la tecnología utilizada es el problema de menor importancia y que el mayor obstáculo lo constituyen la cantidad y la calidad de la materia prima disponible y la magnitud y calidad del mercado para los productos (13)

Algunos institutos en ciencia de la nutrición o biomédicos han incorporado a su estructura grupos técnicos en ciencia y tecnología de alimentos que trabajan en problemas de alimentación con un enfoque nutricional; encontrándose que la actividad más importante hoy y en el futuro es y será la transferencia de todos los hallazgos científicos en ciencia y tecnología de alimentos hacia su aplicación práctica (13).

Historia de la conservación de alimentos.-

Los microorganismos fueron observados y descritos primeramente por Leeuwenhoek en 1683, pero no fue sino hasta 1837 que Pasteur asoció por primera vez a las bacterias con los daños a los alimentos. La demostración

de que algunas enfermedades son transmitidas por alimentos llegó en el siglo XIX. Así, para muchos problemas históricos de daño de alimentos y transmisión de enfermedades se hizo a un lado el desconocimiento acerca de los agentes responsables de esto. A principios de la historia, hubo leyes que prohibían el consumo de carne procedente de animales que habían muerto por causa distinta al sacrificio. Antiguas regulaciones acerca de los alimentos han sido referidas por la FAO/OMS (1976), éstas trazan el desarrollo del control de los alimentos desde los principios de la historia, durante la edad media y revolución industrial, hasta los siglos XIX y XX; incluyendo la evolución de este control de alimentos en las naciones desarrolladas, así como la revisión de sus implicaciones internacionales (58).

Análisis químico.-

El análisis químico de los alimentos para obtener los valores de sus nutrientes es la base de gran parte de la ciencia y práctica de los nutricionistas y dietistas; sin embargo, poco es lo conocido referente a la seguridad y precisión de los análisis de los macronutrientes comunes. De ahí que, se haya realizado un estudio interlaboratorios al respecto. Se homogeneizó una mezcla de alimentos que incluyó huevo en polvo, se tomaron muestras para 19 análisis de laboratorio en Europa y en E.U.A., y cada análisis de macronutrientes se realizó de acuerdo a los métodos de rutina. La mayoría se hicieron en laboratorios gubernamentales o parcialmente gubernamentales y en los de mayor contribución al Banco Nacional de Datos Sobre Nutrientes. Los resultados entre los laboratorios participantes fueron los siguientes:

- concordancia referente a materia seca y a cenizas
- coeficiente de variación para proteína con rango de 2.8% a 6.4%
- la reproducibilidad entre laboratorios fue, a veces, completamente pobre
- coeficiente de variación para grasa total con rango de 5.4% a 54%

- coeficiente de variación para carbohidratos disponibles con rango de 9% a 27%
- coeficiente de variación para fibra total con rango de 23% a 84%

Sólo se pudieron explicar parte de las variaciones debido a la utilización de métodos con diferentes principios. Se presenta como conclusión que los principales laboratorios generaron amplias diferencias en los valores de macronutrientes en alimentos comunes. Se necesitan programas de control de calidad y referencias certificadas sobre la concentración de macronutrientes en alimentos (53).

Análisis microscópico.-

Este análisis es frecuentemente realizado para determinar en los alimentos la presencia de suciedades, objetos extraños, microorganismos, etc., que pueden indicar exposición del producto a condiciones no sanitarias. Esto significa que la presencia de partículas de suciedad, partes de insectos, pelos, excretas de roedores o de gran número de microorganismos se considera a menudo como presunta evidencia de que el alimento puede contener también contaminantes tóxicos o infecciosos (56).

Acerca de esto se han descrito métodos para el examen microscópico de la leche, huevos, productos derivados de cereales y de otros alimentos (57).

Microorganismos.-

Los productos agrícolas y los animales tienen un amplio rango de microbios sobre o en ellos cuando son cosechados o sacrificados respectivamente. El número y tipo de microbios que comprende esta contaminación primaria es variable de una a otra comunidad, región geográfica, tipo de producción y métodos de sacrificio y cosechado. Algunos microbios pueden crecer sobre los alimentos causándole daños, otros constituyen un riesgo para el ser humano mediante enfermedades

causadas ya sea por infección o por intoxicación después de que han crecido sobre o dentro del alimento y han producido una o varias toxinas. Los tejidos vegetales y animales se deterioran debido a varios procesos, mayormente involucrando diversos microorganismos; por ejemplo, las carnes rojas frescas, carne de aves y de pescado, son dañadas usualmente debido a productos del metabolismo elaborados durante el crecimiento de las bacterias; si estos alimentos se deshidratan parcialmente, muchos daños comunes causados por bacterias son incapaces de aparecer; en estas condiciones los daños son causados por hongos xerofílicos. Los microbios necesitan agua, nutrientes y condiciones apropiadas de temperatura y pH para multiplicarse. Las propiedades inherentes del alimento con relación al pH, Aw, y rango de temperatura, determinan cuales de los microbios presentes inicialmente pueden llegar a multiplicarse y constituir la "flora dañina". La vida de anaquel de los alimentos puede ser incrementada manipulando los factores pH, Aw, y temperatura; por ejemplo: calentando suficiente tiempo el alimento para eliminar a los microorganismos considerados importantes, sacándole el agua al alimento por deshidratación o haciendo incapaz el crecimiento microbiano mediante la adición de solutos, reduciendo la temperatura de almacenamiento, o reduciendo el pH ya sea por la adición directa de ácido o por medio de fermentación. Algunos de estos procesos han sido practicados en el pasado para conservar los alimentos obtenidos en tiempos de abundancia y destinados a tiempos de escasez, sin embargo, las razones para esta preservación afortunada no eran comprendidas en aquel tiempo (58).

Se ha afirmado que la presencia de microorganismos en los alimentos no significa necesariamente un peligro para el consumidor o una calidad inferior de estos productos. En realidad, si se exceptúa el reducido número de productos esterilizados, cada bocado de alimento contiene levaduras inocuas, mohos, bacterias y otros microorganismos. La mayor parte de los alimentos se convierten en potencialmente peligrosos para el consumidor después de que han sido violados los principios de higiene, de limpieza, de desinfección y de la temperatura de conservación. Si los alimentos han estado sometidos a condiciones que pudieran haber permitido la llegada a los mismos y/o la multiplicación de agentes infecciosos o toxigénicos,

pueden constituirse en vehículos de transmisión de enfermedades tales como la salmonelosis o la intoxicación estafilocócica. La puesta en evidencia de estos riesgos se basa en el examen de muestras de alimentos en busca de los agentes causales o de indicadores de una contaminación que se considera como no admisible (57).

Cabe aclarar, sin embargo, que la producción y liberación de sustancias tales como la putrescina y la cadaverina por parte de microorganismos no patógenos presentes en los alimentos, implica necesariamente la existencia de riesgos para la salud de los consumidores.

El examen microbiológico rutinario de los alimentos para detectar en ellos toda una serie numerosa de microorganismos patógenos y de sus toxinas no es practicable en la mayoría de los laboratorios. Sin embargo, es imperativo realizar los análisis microbiológicos de rutina correspondientes siempre que la información epidemiológica o de otro tipo de que se disponga sugiera o haga pensar en la presencia de un agente patógeno específico en un determinado alimento. El microbiólogo de los alimentos no dispone aún de técnicas fiables que le permitan poner de manifiesto la presencia en los alimentos de ciertos agentes de enfermedades transmisibles por esta vía, como ocurre con los virus de las hepatitis infecciosas. Para otras infecciones contraídas por el consumo de alimentos o por el agua de bebida, tales como la shigelosis, los métodos de laboratorio no ofrecen suficiente confianza, especialmente cuando los agentes patogénicos están en número escaso o se encuentran distribuidos de modo desigual en alimentos que, por otra parte, contienen gran número de microorganismos saprófitos. Aún en los casos en los que se cuenta con métodos sensibles, algunos laboratorios pueden no disponer de las facilidades y capacidades técnicas precisas para llevar a cabo estas pruebas. Tales dificultades han determinado la amplia utilización de grupos o especies de microorganismos, cuya enumeración o recuento se realiza con mayor facilidad y cuya presencia en los alimentos, en determinado número, indica que estos productos estuvieron expuestos a condiciones que pudieran haber introducido organismos peligrosos y/o permitido la multiplicación de especies infecciosas o toxigénicas. Los grupos o especies utilizados con estos fines se denominan microorganismos

indicadores, y sirven para evaluar tanto la seguridad que ofrecen los alimentos en cuanto a microorganismos y sus toxinas como su calidad microbiológica. Los microorganismos indicadores se han utilizado con varios fines. El principal objetivo de la utilización de bacterias como indicadores de prácticas no sanitarias es revelar defectos de tratamiento que llevan consigo un peligro potencial, peligro que no está necesariamente presente en la muestra particular examinada, pero que es probable que pueda encontrarse en muestras paralelas. La metodología del examen de los alimentos para detectar bacterias enteropatógenas e indicadoras ha sido revisada por Lewis y Angelotti (1964), desde entonces se han publicado varios procedimientos para la estimación de los microorganismos indicadores. Aunque existe evidentemente una semejanza considerable entre los métodos recomendados hay también diferencias significativas en detalles de los procedimientos. Se están haciendo progresos importantes en la automatización de tales pruebas, progresos que, si llegan a culminar, reducirán el costo, mejorarán la reproductibilidad y, por lo tanto, estimularán la adopción de procedimientos uniformes para el examen microbiológico de los alimentos (57)

Cuando se pretende investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica más comúnmente utilizada es el recuento en placa y se aplica para una gran variedad de microorganismos, su fundamento consiste en contar las colonias que se desarrollan en el medio de elección después de cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo en la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores. En realidad, esta técnica no pretende poner en evidencia todos los microorganismos presentes. La variedad de especies y tipos diferenciables por sus distintas necesidades nutricionales, temperatura requerida para su crecimiento, oxígeno disponible, etc., hacen que el número de colonias contadas constituya una estimación de la cifra realmente presente. No obstante, la ejecución de la técnica cuando se siguen fielmente las condiciones que se señalan para su desarrollo puede

llegar a proporcionar resultados lo bastante reproducibles para darle significado a la prueba (115)

Cuando la concentración de microorganismos en un alimento es pequeña, o si es necesaria la inclusión de agentes selectivos, o bien se requiere de un medio de enriquecimiento previo a la identificación de un grupo o especie microbiológicos, resulta más eficaz aplicar la técnica de dilución en tubo que el recuento en placa, efectuándose en realidad una estimación de la densidad de microorganismos en un alimento, dicha estimación tiene una base estadística en la cual, la probabilidad de obtener tubos de cultivo positivos, disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado. Generalmente, en vista de la variedad de microorganismos presentes en el alimento y dado que sólo interesa investigar un grupo de ellos, se realiza una primera prueba llamada presuntiva cuyo objetivo es enriquecer cada tubo inoculado con este grupo de microorganismos. Los tubos que resulten positivos después de la incubación correspondiente con formación de gas, enturbiamiento, cambio de color, etc., son objeto de un segundo estudio que tiende a comprobar la identidad de los microorganismos. Esta es la prueba confirmatoria. Para obtener los valores buscados, se consultan las tablas llamadas del número más probable (NMP) de gérmenes, en las que se expresa la concentración de microorganismos que corresponde a cada combinación de tubos positivos. Por su carácter probabilístico, las cifras consignadas en las tablas, constituyen la mejor estimación que puede hacerse del número de microorganismos en la muestra original (119).

Para validar el método de membrana filtrante de malla hidrofóbica (HGMF) para cuenta en placa de microorganismos aerobios, comparado con el método rápido de placa de la AOAC/APHA, participaron 21 laboratorios en un estudio colaborativo. En dicho estudio fueron incluidos: leche cruda, carne cruda de aves, huevo entero en polvo, harinas y especias. Los conteos obtenidos por el HGMF y por el otro método no tuvieron diferencias significativas, excepto en el caso del huevo entero en polvo, para el cual el método HGMF tuvo conteos significativamente más altos (28).

En los E.U.A., una empresa se ha dedicado desde 1985 a desarrollar análisis rápidos aprobados por la AOAC, tanto para microorganismos patógenos como para micotoxinas en los alimentos; ofreciendo resultados en minutos u horas, con detección de niveles al, o por debajo, del punto límite establecido; con facilidad de uso que requiere poco entrenamiento, exactitud en resultados cuantitativos y seguridad con métodos que minimizan los riesgos. Por ejemplo, uno de estos análisis ofrece confirmar la presencia en los alimentos o en otro tipo de materiales, de *Escherichia coli* 0157, *Listeria*, *Salmonella sp.*, y *Salmonella enteritidis* después de sembrar e incubar obteniendo resultados confiables en tan sólo 2 minutos con un costo muy bajo por prueba (59).

Coeficiente de actividad del agua (A_w):-

El coeficiente o valor de actividad del agua (A_w) determina la cantidad de agua mínima necesaria para la sobrevivencia de un microorganismo; así se tiene que, por ejemplo, con un A_w menor de 0.60 los microorganismos no se multiplican pero pueden permanecer viables por períodos largos, como ocurre con los huevos deshidratados y la leche deshidratada (58).

En este sentido, se tiene que el valor mínimo aproximado de A_w para el crecimiento de algunos microorganismos, considerados importantes en alimentos, es el que se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 4

VALOR MÍNIMO APROXIMADO DE A_w PARA EL CRECIMIENTO DE ALGUNOS MICROORGANISMOS

MICROORGANISMOS	A_w
BACTERIAS EN GENERAL	0.91
BACTERIAS HALÓFILAS	0.75
LEVADURAS EN GENERAL	0.88
LEVADURAS OSMÓFILAS	0.61
HONGOS EN GENERAL	0.80
HONGOS XERÓFILOS	0.65
<i>Clostridium botulinum</i> tipo E	0.97
<i>Pseudomona</i> sp	0.97
<i>Acinetobacter</i> sp	0.96
<i>Escherichia coli</i>	0.96
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0.95
<i>Bacillus subtilis</i>	0.95
<i>Clostridium botulinum</i> tipos A y B	0.94
<i>Candida utilis</i>	0.94
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94
<i>Mucor spinosus</i>	0.93
<i>Candida scottii</i>	0.92
<i>Trichosporon pullulans</i>	0.91
<i>Candida zeylanoides</i>	0.90
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86
<i>Alternaria citri</i>	0.84
<i>Penicillium patulum</i>	0.81
<i>Aspergillus glaucus</i>	0.70
<i>Aspergillus conicus</i>	0.70
<i>Aspergillus echinulatus</i>	0.64
<i>Xeromyces bisporus</i>	0.61

Tomado de: RIVERA, 1996 Referencia número 134.

Fuente: Jay James. Modern Food Microbiology. E.U.A., 1992.

Influencia general de la temperatura en los microorganismos -

Los valores de resistencia a la temperatura de algunas bacterias, hongos, levaduras y esporas bacterianas se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 5

RESISTENCIA DE BACTERIAS, HONGOS, LEVADURAS Y ESPORAS BACTERIANAS		
MICROORGANISMOS	TEMPERATURA	TIEMPO
<i>Salmonella senftenberg</i>	65.5°C	0.8 a 1.0 minutos
<i>Salmonella sp</i>	65.5°C	0.02 a 0.25 minutos
<i>Staphylococcus aureus</i>	65.5°C	0.2 a 2.0 minutos
Hongos, levaduras y bacterias que dañan los alimentos	65.5°C	0.5 a 3.0 minutos

Fuente: ICMSF, 1988 Referencia número 58

Por otra parte, se considera que el crecimiento microbiano se realiza dentro de los valores de temperatura que se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 6

GRUPO DE MICROORGANISMOS	LÍMITES APROXIMADOS DE TEMPERATURA PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS		
	MÍNIMA	TEMPERATURA EN °C ÓPTIMA	MÁXIMA
PSICROTROFOS	-5 a 5	25 a 30	30 a 35
PSICRÓFILOS	-5 a 5	12 a 15	15 a 20
MESÓFILOS	5 a 15	30 a 45	35 a 47
TERMÓFILOS	40 a 45	55 a 75	60 a 90

Tomado de RIVERA, 1996 Referencia número 134
Fuente: ICMSF, Ecología Microbiana de los Alimentos, España, 1980

Análisis bacteriológico.-

El objetivo de practicar análisis bacteriológicos a los alimentos es detectar y controlar las fuentes de contaminación para la población humana y animal. Para este fin la microbiología sanitaria toma en consideración los siguientes aspectos:

- 1) Determinación de la calidad sanitaria de las materias primas, del proceso y del producto final
- 2) Determinación de las causas de alteración en un alimento
- 3) Evaluación de la eficacia de los procesos de lavado, desinfección de equipo, utensilios y superficies de trabajo
- 4) Evaluación de la eficacia de los desinfectantes
- 5) Evaluación de la eficacia de los procesos de esterilización y pasteurización
- 6) Detección de portadores sanos de microorganismos potencialmente patógenos entre el personal que maneja alimentos
- 7) Diagnóstico de posibles causas de brotes infecciosos e intoxicaciones asociadas al consumo de alimentos
- 8) Rastreo de fuentes de contaminación

Debido al riesgo en salud pública que representa el consumo de alimentos contaminados es necesario reglamentar las normas de calidad e higiene para los diferentes tipos de alimento. Los alimentos se analizan con base en los lineamientos de la "Comisión Internacional para las Especificaciones Sanitarias de los Alimentos", y con base en las normas oficiales correspondientes cuando las hay (131).

El interés en la bacteriología de los alimentos se centraliza en su descomposición o deterioro y en la transmisión de enfermedades. La descomposición es el resultado del crecimiento microbiano en el interior o sobre los alimentos; la actividad metabólica asociada con el crecimiento causa tanto la descomposición de las sustancias del alimento como la liberación de productos de fermentación, digestión y otros procesos (93).

Microorganismos productores de enfermedades.-

Definir lo que constituye un microorganismo patógeno significativo no siempre resulta fácil. Así, por ejemplo, en varias circunstancias, las bacterias del género *Staphylococcus* pueden ser indicadoras de un manejo humano excesivo, un peligro de intoxicación alimentaria o un contaminante inocuo de escaso significado. De modo parecido, los alimentos precocinados o listos para consumirse no deberán contener salmonelas, pero algunos alimentos naturales, tales como las carnes, presentan a veces una contaminación inevitable por estos microorganismos, que normalmente son inactivados por los procesos de preparación culinaria. Los sistemas modernos de cría animal y las prácticas de obtención y trabajo con la carne no pueden producir carnes frescas libres de salmonelas. La retirada del comercio internacional de las partidas de carne salmonela positivas supondría pérdidas económicas importantes para la ganadería y para la industria cárnica y privaría al mundo de un alimento proteico inestimable del que está desesperadamente necesitado. No obstante, debido a la contaminación cruzada que tiene lugar en el momento de preparación de alimentos en la cocina, las carnes frescas son a veces el origen de la contaminación por salmonelas de los alimentos no cocinados o preparados, por esta razón la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos (ICMSF) considera que las salmonelas presentes en las carnes frescas constituyen un serio problema sanitario que exige mejoras importantes que deberán ser impuestas gradualmente al sector de la producción animal, a los mataderos (rastros) y a las Industrias cárnicas (57).

Mecanismos patogénicos de las bacterias gastroentéricas -

Las bacterias producen enfermedades gastroentéricas por medio de dos mecanismos patogénicos distintos: elaboración de enterotoxinas en la luz intestinal, a lo que se le llama mecanismo enterotoxigénico, o por penetración a través de la capa epitelial de la pared intestinal, a lo que se le llama mecanismo invasivo. En algunas enfermedades infecciosas, las bacterias actúan por medio de ambos mecanismos y en otras solamente por medio de uno de ellos. Así, los síntomas clínicos del cólera humano, por ejemplo, son debidos exclusivamente a la acción de una enterotoxina, mientras que los efectos patógenos de la mayoría de las salmonelas se producen por penetración e invasión por parte de estos microorganismos de la mucosa intestinal. Además, en algunas infecciones entéricas tiene lugar una diseminación generalizada septicémica del proceso infeccioso. Esta es la regla en ciertas infecciones por *Salmonella* y sólo en contadas ocasiones en otras. Existen 4 grupos principales de bacterias productoras de infecciones entéricas humanas transmitidas por los alimentos, y que utilizan los mecanismos patogénicos ya mencionados, estos grupos de microorganismos son las salmonelas, shigelas, *Escherichia coli* enteropatógeno, y *Vibrio* (57).

Intoxicaciones alimentarias.-

Los alimentos pueden transportar material infeccioso, y la prevención de brotes producidos por alimentos depende en gran parte, del cuidado y la manipulación apropiada de los mismos (109).

Intoxicación alimentaria es un término que se refiere a ciertas infecciones adquiridas por el consumo de alimentos o de agua contaminados. También se aplica este término, a las intoxicaciones producidas por contaminantes químicos como los metales pesados y otros, por toxinas debidas al desarrollo bacteriano y diversas sustancias orgánicas que pueden encontrarse en los alimentos naturales. Los brotes de intoxicaciones alimentarias suelen identificarse por la aparición súbita de afecciones dentro de un período corto entre individuos que consumieron el o los alimentos (128).

Entre los microorganismos responsables de intoxicaciones alimentarias en forma directa, o debido a las toxinas que producen están, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* tipos A, B, E o F, *Clostridium perfringens* tipos A y C, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, numerosos serotipos de *Salmonella*, *Escherichia coli* y otras enterobacterias (1, 128).

Muchos hongos producen sustancias venenosas denominadas micotoxinas que causan enfermedades graves, a veces mortales, si son ingeridas. Las micotoxinas de importancia para el humano incluyen las toxinas de los hongos venenosos, las toxinas de *Claviceps purpurea* (cornezuelo, un parásito del centeno) y las aflatoxinas. El hongo *Aspergillus flavus* produce un grupo de compuestos relacionados, las aflatoxinas, que son muy tóxicas (al igual que carcinógenas para los animales). Las aflatoxinas han causado daño grave al ganado cuando su alimento se ha contaminado con *A. flavus*. El riesgo para los humanos es desconocido; no obstante, existe fuerte evidencia circunstancial, basada en datos epidemiológicos, de que las aflatoxinas pueden provocar cirrosis y cáncer del hígado en lugares del mundo donde los alimentos para humanos están sujetos a contaminación con aflatoxinas (por ejemplo, India y África). Las aflatoxinas se han encontrado en el alimento y orina de niños hindúes que mostraban cirrosis hepática. Las principales toxinas bacterianas que pueden producirse en los alimentos y provocar envenenamientos son las de los estafilococos, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Bacillus cereus*. Las infecciones por *Salmonella* pueden ser adquiridas por la ingestión de carne o huevos de animales infectados (93).

Los hongos y levaduras son microorganismos que tienen interés como causa de alteración y como elementos biológicos utilizados en la manufactura de algunos alimentos como quesos, cerveza, pan, etc. Ciertos hongos pueden producir al desarrollarse en animales y en el humano, sustancias que reciben el nombre de micotoxinas. Los hongos se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza, como en la tierra y en el polvo, las levaduras se desarrollan con facilidad en los utensilios que no han sido perfectamente lavados (utilizados en la industria de

carbohidratos). El objetivo principal de su investigación en laboratorio es descubrir las fuentes de contaminación y la defectuosa conservación de algunos alimentos. La prueba no se aplica a cualquier tipo de alimento sino sólo en aquellos en los que de acuerdo a la experiencia, permite correlacionar su hallazgo, por encima de ciertos límites, con prácticas sanitarias defectuosas en la producción y almacenamiento del alimento (12)

En este contexto, y dentro del ámbito de este trabajo, se tiene a la intoxicación alimentaria estafilocócica, a la salmonelosis y a la colibacilosis; las cuales se describen, en general, a continuación:

- Intoxicación alimentaria estafilocócica.-

En la intoxicación alimentaria estafilocócica se considera como principal reservorio al humano, en la mayoría de los casos, y de vez en cuando a las vacas que tienen las ubres infectadas; los estafilococos se multiplican en los alimentos, produciendo toxinas que causan la intoxicación, varias enterotoxinas de estafilococos son estables a la temperatura de ebullición. A esta intoxicación alimentaria también se la conoce como toxicosis alimentaria estafilocócica y gastroenteritis estafilocócica. Las cepas coagulasa positivas de *Staphylococcus aureus* producen enterotoxina y muy pocas cepas coagulasa negativas producen enfermedad. La toxina es preformada en el alimento involucrado. Se conocen hasta ahora cinco tipos de toxinas: A, B, C, D y E; siendo la A, la más prevalente en los brotes. Las toxinas son termorresistentes. En algunos países constituye la primera causa de intoxicación alimentaria. Como es una enfermedad leve y autolimitante, la mayoría de los casos esporádicos no se registran. Las cepas de origen humano son las predominantes en las epidemias, pero también los animales son reservorios de la infección. Se han encontrado cepas resistentes en vacas, cerdos y aves, y en las personas que los atienden, utilizando el mismo antibiograma. Diversos alimentos pueden ser vehículos de la toxina. Si las condiciones ambientales son favorables, el microorganismo se multiplica en el alimento y produce enterotoxinas. La toxina, una vez elaborada, no se destruye si el alimento es sometido a ebullición durante el tiempo usual de cocimiento. Así, puede darse el caso

de no encontrar estafilococos en el alimento, y si las toxinas que producen. En los brotes se puede rastrear la intoxicación a un plato común. Se conocen brotes debidos a leche en polvo reconstituida, aún cuando el producto desecado no contenía estafilococos o contenía muy pocos. Como medidas preventivas debe reducirse al mínimo el tiempo dedicado a la manipulación de alimentos, evitarse temporalmente que toda persona con infecciones cutáneas, oculares o respiratorias manipule alimentos, y educar a los trabajadores que manipulan alimentos acerca de la estricta protección de éstos, tener cuidado higiénico y limpieza de las cocinas, tener una refrigeración adecuada cuando se necesite y aseo cuidadoso de las uñas. (1, 128).

Para el recuento de *Staphylococcus aureus* (estafilococos coagulasa positivos) se han propuesto diversos medios específicos. Estos medios difieren principalmente en los agentes selectivos que contienen, entre los que destacan el telurito potásico, el cloruro de litio, la azida sódica, la glicina y la polimixina B. También se utilizan concentraciones elevadas de cloruro sódico, pero diversos investigadores han puesto de manifiesto que en medios conteniendo este agente selectivo se recupera un número bajo de *Staphylococcus aureus*, especialmente si las células han sufrido algún tipo de stress tal como congelación, calentamiento o desecación. Para el recuento de estafilococos coagulasa positivos se cuenta con múltiples métodos o técnicas, el que utiliza el medio de Baird-Parker tiene las ventajas de selectividad, no inhibición de los estafilococos estresados y facilidad de reconocimiento de las colonias de *Staphylococcus aureus*. El método de la Asociación de Químicos Oficiales Analíticos (AOAC) para el aislamiento de *Staphylococcus aureus* a partir de alimentos que han sido sometidos a algún tipo de tratamiento, en los que es probable que las células hayan sufrido algún daño subletal, es la siembra directa en placas con medio de Baird-Parker (56).

La presencia de *Staphylococcus aureus* en ciertos alimentos reviste importancia por tratarse de un microorganismo parásito del humano y animales superiores y por su capacidad para producir en determinadas condiciones una poderosa enterotoxina. Cuando se pone de manifiesto en algún alimento, razonablemente se puede asociar este hecho, con una

exposición a la contaminación por humanos durante su manejo y eventualmente a una contaminación de origen si el animal de donde proviene dicho alimento presentaba alguna infección piógena. La situación adquirirá mayor relevancia conforme el número de gérmenes encontrados sobrepasa los 100 y 1 000 por gramo o mililitro. Esta última circunstancia da al microorganismo un riesgo especial, ya que se sabe que todas las cepas del mismo formadoras de enterotoxina coagulan el plasma. El método de Vogel-Johnson permite hacer una estimación del contenido de estafilococo en el alimento aprovechando su carácter holotrófico; el resultado final expresa el número de estafilococos en múltiplos de 10. En la técnica de Baird-Parker el recuento se efectúa directamente en placas por siembra en superficie (118).

- **Salmonelosis.-**

Todas las salmonelas deberían ser consideradas como potencialmente patógenas para el ser humano. La única vía de entrada de estos microorganismos en el cuerpo humano es la oral, por lo que es de suma importancia el análisis de los alimentos para detectar su presencia. Aún no ha sido posible desarrollar método alguno que pueda garantizar la recuperación de todos los serotipos de *Salmonella* a partir de los diferentes productos alimenticios sometidos a las variadas condiciones de preparación y conservación. Los métodos para el aislamiento de salmonelas incluyen tres etapas fundamentales que son: enriquecimiento no selectivo, enriquecimiento selectivo y siembra en placa en medios de agar selectivo. Para la identificación de las salmonelas se requiere la comprobación de las colonias sospechosas mediante pruebas bioquímicas determinativas, identificación serológica de las cepas sospechosas mediante el uso del antisuero polivalente H, de los antisueros O específicos, del antisuero polivalente O, de los antisueros H de Spicer-Edwards, y la tipificación por bacteriófagos. Esto de acuerdo a la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos (56).

Un nuevo método de prueba para alimentos, la membrana filtrante de malla hidrofóbica (HGMF), proporciona grandes ventajas sobre los métodos de referencia de la AOAC/BAM para detección de *Salmonella*

(por ejemplo, bajo costo, mejor control, menor tiempo de prueba, etc.), Con relación a esto, un estudio colaborativo fue realizado para comparar los dos métodos usando o probando seis diferentes productos: chocolate, carne de ave cruda y picada, pimienta negra picada, queso en polvo, huevo en polvo, y leche descremada en polvo. El estudio reveló que ambos métodos proporcionaron los mismos resultados dentro de un límite de confianza del 95% de significancia estadística para cada uno de los seis alimentos citados (29, 96).

Se ha evaluado sensibilidad, especificidad y detección presuntiva de una prueba llamada de aglutinación suave en látex para *Salmonella* en microciba en alimentos. Dicha prueba de aglutinación detectó los serotipos probados de *Salmonella* por debajo de un nivel de 197 UFC/ml. No hubo reacciones cruzadas con otras enterobacterias probadas. Se probaron tres diferentes alimentos (camarones crudos, pavo crudo y leche en polvo) artificialmente contaminados, ya fuera con *Salmonella typhimurium* (0.15 UFC/ml) o con *Salmonella enteritidis* (0.08 UFC/ml). Hubo 100% de concordancia entre la prueba de aglutinación en látex y un método tradicional con medio de agar para diagnóstico selectivo. La prueba de aglutinación en látex fue muy fácil de usar, tomando aproximadamente tres minutos para su ejecución, obteniéndose los resultados 1 ó 2 días antes que los de los métodos convencionales. (12).

Aunque la industria hace muchas pruebas para detectar *Salmonella pullorum*, de vez en cuando ocurre un brote en ponedoras. En algunos casos, parvadas que resultaron negativas, fueron positivas algún tiempo después. Esto crea dudas sobre la eficacia de las pruebas serológicas comerciales disponibles para detectar *Salmonella pullorum*, dado que los antígenos utilizados en estas pruebas fueron seleccionados hace varias décadas. Se hicieron pruebas para comprobar la eficacia de los análisis serológicos comerciales ante seis nuevas cepas de *Salmonella pullorum*. Estas cepas ensayadas representaron los tres variantes antigénicos. Las pruebas fueron hechas por el Departamento de Agricultura de los E.U.A., se compararon dos pruebas comerciales de placa contra tres pruebas localmente con los antígenos de las nuevas cepas. Los cinco antígenos detectaron que gallinas inoculadas con las nuevas cepas eran

seropositivos. Se concluye que las pruebas comerciales disponibles para *Salmonella pullorum* son capaces de detectar las nuevas cepas de ésta con un alto nivel de sensibilidad (171).

La salmonelosis, epizootia entérica tifoidea, infección entérica o paratífosis, es una enfermedad producida por microorganismos del género *Salmonella*, el cual se divide en tres especies: *Salmonella cholerae* sus, *Salmonella typhi* y *Salmonella enteritidis*. La primera es la especie tipo de salmonelas que infecta sólo a porcinos. Existen numerosos serotipos y sólo unos pocos son aislados con cierta frecuencia del humano y de los animales de una región o un país. *Salmonella typhi* y los serotipos paratíficos de *Salmonella enteritidis*, *Paratyphi A* y *Paratyphi C*, son salmonelas específicas para el humano. El serotipo *Paratyphi B* tiene una posición intermedia, ya que está menos estrictamente adaptado al humano y se puede encontrar en bovinos, porcinos, cánidos y aves. *Salmonella cholerae* sus y varios serotipos de *Salmonella enteritidis*, que son numerosos, son parásitos de una amplia gama de animales, vertebrados e invertebrados y no son específicos de especies. Estos serotipos se transmiten al humano principalmente por los alimentos. Excluyendo *Salmonella typhi* y los serotipos paratíficos, especialmente A y C, que son específicos para el humano, todas las demás infecciones por *Salmonella* se pueden considerar como zoonosis. La salmonelosis es probablemente la zoonosis más difundida del mundo. Todos los serotipos de *Salmonella enteritidis* son potencialmente patógenos para el humano. Los serotipos adaptados a una especie animal dada son generalmente menos patógenos para el humano. Una excepción es *Salmonella cholerae* sus, que produce una enfermedad grave, con un cuadro séptico, esplenomegalia y fiebre alta. La transmisión de *Salmonella* mediante el huevo hace que la salmonelosis se difunda rápida y continuamente entre las aves, las cuales presentan tres tipos de salmonelosis que son: pulorosis, tifoidea aviar o tífosis y paratifoidea. *Salmonella pullorum* y *Salmonella gallinarum* son serotipos que se adaptan a las aves domésticas, pero son poco patógenos para el humano, aunque se han descrito salmonelosis infantiles debidas a estos serotipos. Muchos otros serotipos se aíslan frecuentemente de aves domésticas, por lo que se considera que éstas son uno de los reservorios principales de las salmonelas. Entre los serotipos

de múltiples huéspedes que infectan a las aves. *Salmonella typhimurium* es especialmente importante. La transmisión de *Salmonella pullorum* es tanto vertical como horizontal. Las aves portadoras ponen huevos infectados. La tilosis ocurre sobre todo en aves adultas. Se transmite por medio de materia fecal de aves portadoras. En una granja afectada las aves que se recuperan de la enfermedad y las aves aparentemente sanas son los reservorios de la infección. En las aves adultas la infección ocurre por lo general en forma asintomática. La salmonelosis también es frecuente en aves y pájaros silvestres. *Salmonella typhi* y los serotipos paratíficos son predominantemente parásitos humanos. Los animales son reservorios de las otras salmonelas. Prácticamente cualquier alimento de origen animal puede ser fuente de infección para el humano y los vehículos más comunes para esto son carnes contaminadas de aves, porcinos y bovinos, el huevo y sus derivados y la leche y sus derivados. El humano por lo común adquiere la infección al ingerir alimentos contaminados. Los animales portadores son los principales responsables, por su excreta y por huevos infectados, en el caso de las aves, del ciclo de animal a animal. Las raciones contaminadas desempeñan un papel importante al servir de vehículo de la infección. El agua contaminada puede ser fuente de infección para el humano y animales. Finalmente, es importante señalar que, las infecciones por salmonelas ocurren en todos los países, produciendo pérdidas considerables a la economía pecuaria de los mismos. La importancia de estas infecciones se ve acrecentada por el riesgo que representan en el aspecto de salud pública. En México, la salmonelosis ocurre con frecuencia en la mayoría de especies animales domésticas, además de ser en el mismo país una de las principales causas de trastornos gastrointestinales para el humano. La inspección veterinaria de carnes y del sacrificio de aves, así como la supervisión de la pasteurización de la leche y productos de huevo, son importantes para proteger la salud del consumidor (1, 30).

A lo ancho del continente europeo se ha incrementado la salmonelosis humana causada, por ejemplo, por *Salmonella enteritidis* como contaminante de huevos y de aves (157).

El aislamiento de *Salmonella sp* requiere el empleo de técnicas que difieren según sea la composición del alimento, el tratamiento al que ha estado sujeto durante su procesamiento y la carga microbiana del producto final, ya que la contaminación por estos gérmenes va acompañada del ingreso de otras enterobacterias que pueden llegar a inhibirlas. Estas son las razones por las que no es posible recomendar exclusivamente un medio de cultivo para el aislamiento de este tipo de microorganismos. La literatura registra una gran diversidad de medios de cultivo, técnicas de pre-enriquecimiento y enriquecimiento, y sugiere diversos volúmenes de muestra para realizar el análisis (122).

Se ha señalado que la transmisión de *Salmonella enteritidis* (SE) se traslada al huevo tanto por medio del ovario o verticalmente, como por otros huevos u horizontalmente. Si todos los huevos son lavados correctamente un poco después de la puesta, todas las SE son destruidas; pero si se espera varias horas antes de lavar los huevos, algunos organismos de SE pueden entrar a los poros de la cáscara y en esas condiciones no será posible destruir a todos los organismos aún cuando se laven correctamente los huevos. Se ha encontrado que si se seca el exterior de los huevos los organismos SE mueren dentro de unas pocas horas, aparentemente SE no puede tolerar condiciones secas. Si los organismos están en las heces, entonces sobrevivirán por un largo período de tiempo. Se ha inyectado SE en la albúmina de los huevos encontrándose que todos los organismos no se mueren inmediatamente, no se reproducen y tampoco se trasladan a la yema, esto último es muy raro que ocurra. Se ha afirmado que no es fácil que la SE entre al huevo a través de la cáscara causándole posteriormente enfermedades a los humanos; esto último no es imposible y sí ocurre rara vez. Se sabe que es muy raro encontrar SE dentro del huevo, por lo que se considera que la transmisión horizontal, huevo a huevo, es responsable de que se encuentre a estos microorganismos en dicho alimento (5).

El corto pero intenso impacto de calor húmedo, reforzado con presión, es altamente eficiente para eliminar *Salmonella* y otras bacterias dañinas, hongos y mohos. En este caso, el principio de descontaminación no se basa únicamente en los parámetros clásicos de temperatura, tiempo y

humedad (TH), sino en el efecto dinámico en el alimento balanceado durante su viaje por el tubo del expansor. En estas condiciones, la presión sobre las células aumenta durante el tiempo que se transporta la bacteria por el tubo, la baja repentina de la temperatura en la salida a la presión atmosférica hace que se rompa la pared celular, los ensayos con microscopio electrónico han confirmado esta aseveración. Las células de levaduras, las cuales se considera poseen paredes muy estables, mostraron gtelas después de la expansión, la presión celular escapó y las células implisieron. Toda clase de microbios patógenos desaparecen del alimento y el cómputo total de microbios se reduce drásticamente. Se puede interrumpir el camino de la infección por la vía de la cadena alimenticia utilizando esta tecnología. Claro que éste es sólo un punto en la estrategia total para la producción de huevos y carne de pollo libres de *Salmonella* (73).

- Colibacilosis.-

La metodología para la determinación de los coliformes, de los coliformes fecales y de *Escherichia coli* comprende tres pasos sucesivos. Para la determinación de coliformes por la técnica del número más probable (NMP) existen tres métodos, uno de ellos emplea el caldo lauril sulfato triptosa y el caldo lactosa bilis verde brillante, el segundo emplea solamente el caldo de MacConkey, y el tercero utiliza el caldo lactosa bilis verde brillante y agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta o el agar de Endo. Para la determinación de coliformes fecales se han seleccionado dos métodos, el primero utiliza el caldo E.C. sembrando a partir de tubos con caldo lauril sulfato triptosa gas positivos, el segundo método utiliza caldo lactosa bilis verde brillante sembrando a partir de tubos con caldo MacConkey gas positivos. El modo más general de confirmación de *Escherichia coli* es el que utiliza las pruebas IMVIC, es decir, Indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato sódico. La confirmación de *Escherichia coli* en los alimentos, no está, en ningún caso, justificada, ya que la tasa de *Escherichia coli* proporciona una información poco más que la de el número de coliformes fecales siendo suficiente para detectar éstos pruebas mucho más simples (56, 57).

La colibacilosis, colibacteriosis, colitoxemia o diarrea enteropatógena, es causada por numerosos serotipos de *Escherichia coli*, los serotipos que tienen antígeno capsular "K" son especialmente patógenos para el humano y los animales. Aún los tipos que se encuentran normalmente en el intestino son potencialmente patógenos. Durante enfermedades septicémicas de las aves, así como en casos de salpingitis y pericarditis, se han aislado serotipos patógenos de *E. coli*. En humanos, la fuente de infección son las heces fecales de personas infectadas, ya sean enfermos o portadores, y los objetos contaminados por las mismas. El modo más común de transmisión es la vía fecal oral. Los animales pueden ser portadores de serotipos enteropatógenos similares a los que infectan al humano. Si bien se han aislado serotipos patógenos de alimentos de animales y de sus productos, es necesario realizar mayores estudios para determinar el papel que tienen los alimentos de origen animal en la infección humana. Se han descrito brotes en los cuales se inculcó un alimento común. También ensayos experimentales con voluntarios hacen pensar que el alimento puede ser fuente de la infección. Para evitar esta infección se debe cuidar el aseo personal, observar prácticas higiénicas personales, eliminar sanitariamente las heces fecales, sanear el ambiente, suministrar servicios de higiene materno infantil, proteger los productos alimenticios, pasteurizar la leche, hacer inspección veterinaria obligatoria de las carnes y aplicar medidas preventivas especiales en las salas cuna (1).

La interpretación del hallazgo y abundancia de los organismos coliformes no tiene un carácter universal. En tanto que en el agua, en términos generales, se considera que su presencia revela una exposición a la contaminación fecal, su significado no es el mismo en el caso de la leche, sustrato en el cual son capaces de desarrollarse muy activamente. La demostración y el recuento de organismos coliformes pueden realizarse mediante el empleo de medios sólidos que los favorecen selectivamente y los diferencian de los microorganismos con los que suelen encontrarse asociados en los alimentos, o bien recurriendo a tubos de fermentación que contengan caldo lactosa y computando el número más probable (NMP) de gérmenes con base en las tablas correspondientes; el medio presuntivo de lauril triptosa resulta muy ventajoso cuando se examinan

alimentos con número exiguo de estas bacterias que, por otra parte, pueden encontrarse en condiciones de vitalidad mermada debido al efecto subletal del calor y otros agentes durante la fabricación del producto alimenticio (116).

Con el propósito de correlacionar más estrechamente un grado de riesgo a la salud con el hallazgo de algún grupo de microorganismos en el laboratorio, se ha logrado disponer de una técnica que permite con razonable seguridad diferenciar los organismos coliformes fecales de los restantes que incluye el grupo genérico. Al practicar la prueba en el laboratorio, es indispensable un estricto control de la temperatura del baño durante la incubación a fin de evitar falsos negativos por excederse en la temperatura, o falsos positivos por utilizar temperaturas más bajas (117).

Pasteurización.-

La pasteurización puede ser definida como el calentamiento de cada partícula de alimento (leche, huevo) a una temperatura determinada que varía con el tipo de pasteurización durante un período de sostenimiento también determinado. Este proceso se basó en lo descubierto por Luis Pasteur en el año 1864, cuando aplicó un ligero tratamiento de calor a los vinos con los que experimentaba para destruir a las bacterias responsables de la descomposición ácida o amarga de éstos. Posteriormente, en 1899, Theobald Smith demostró que el bacilo causante de la tuberculosis, el *Mycobacterium tuberculosis*, era eliminado al someterlo durante 20 minutos a una temperatura de 60°C. De esta manera, se establecieron las bases de la pasteurización actual que, en el caso de la leche, puede ser de tres tipos que son: pasteurización lenta (62.5°C durante 30 minutos), pasteurización rápida (72.2°C durante 15 segundos), y ultrapasteurización (142°C durante 3 segundos) (143).

Al probar una enzima para monitorear la temperatura de pasteurización, se dividió en dos lotes una mezcla homogénea de huevo blanco líquido de gallina. uno de ellos fue pasteurizado convencionalmente, esto, antes de que ambos fueran deshidratados mediante el método de atomización

o rocío. Se hicieron soluciones al 13% en destiladores de agua, al tiempo que se desarrolló una prueba para evaluar la pasteurización del líquido de huevo blanco. La muestra pasteurizada pasó la prueba, mientras que la muestra no pasteurizada no la aprobó. Muestras de huevo blanco deshidratado no pasteurizado sometidas a 55°C durante tres semanas y muestras tratadas a 80°C fallaron la prueba. Se afirma que la enzima es más estable al calor en huevo blanco deshidratado en comparación con su forma líquida, así como que la prueba no es realmente aplicable para asegurar la temperatura de pasteurización en huevo blanco deshidratado de gallina (107).

La pasteurización se enfoca a disminuir la flora microbiana total y a eliminar patógenos, también, a inactivar a las enzimas que puedan funcionar con un valor de actividad de agua mucho más bajo que el mínimo requerido para el crecimiento de microorganismos, con esto, se evita el deterioro enzimático de los productos terminados durante el almacenamiento (38).

En experimentos de laboratorio, se lavaron, quebraron, batieron, filtraron y desazucararon con levadura huevos de gallina mezclados y fueron pasteurizados por pase mediante calentado en un vidrio coil. Luego se fermentaron durante 90 minutos a 36°C, se repasteurizaron y se deshidrataron por rocío o por atomización; el contenido de humedad se redujo a menos del 2% por un secado adicional en un deshidratador de anaquel o estante al vacío. Se llevaron a cabo combinaciones de tiempo y temperatura de 3.6 minutos a 62°C hasta 3.5 minutos a 66°C para la pasteurización de huevo mezclado de gallina. Primeramente, en una planta piloto experimental, el huevo mezclado de gallina fue pasteurizado durante 5.0 minutos a una temperatura de 61 a 62.5°C, luego fue fermentado, repasteurizado y deshidratado en un laboratorio experimental. Los valores obtenidos fueron tabulados para el conteo de bacterias totales, cuenta de *Escherichia coli*, contenido de humedad, grasa, cenizas, nitrógeno, solubilidad del huevo deshidratado y propiedades organolépticas de huevos revueltos hechos con el producto. La pasteurización no redujo la solubilidad ni causó deterioro de los polvos

de huevo de gallina. La carga final de bacterias fue de 10 000 a 35 000 por gramo, y *Escherichia coli* y *Salmonella sp* no estuvieron presentes (91).

Criterios, normas, especificaciones, pautas y límites microbiológicos.-

Se ha señalado que la legislación alimentaria protege al consumidor para evitar que adquiera alimentos nocivos para su salud, adulterados, que no son idóneos para el consumo humano o animal, o que se presentan de un modo engañoso para su venta; y que sin embargo, ninguna legislación puede proporcionar una seguridad total al respecto. Para el cumplimiento de las normas que dicta la legislación existen elementos administrativos y técnicos. Entre estos últimos se encuentran la información al consumidor, la publicidad, la rotulación, los procedimientos de inspección física y análisis sensorial y los controles de laboratorio; entre ellos, los controles fisicoquímicos, microbiológicos y tecnológicos. Los propósitos de los criterios microbiológicos son proteger la salud del consumidor suministrándole alimentos inocuos, sanos y completos y lograr que se cumplan los requerimientos de buenas prácticas comerciales. Un criterio microbiológico consiste en una declaración sobre los microorganismos y otros parásitos que deben ser considerados y sus toxinas; el método analítico para su detección y su cuantificación; un plan que defina el número de muestras que deban tomarse, el tamaño de la unidad de muestra y donde y cuando deben llevarse a cabo los muestreos; los límites microbiológicos que se consideran apropiados para el alimento, y el número de unidades de muestra que deben encontrarse dentro de estos límites. Un criterio microbiológico sólo debe aplicarse cuando es realmente necesario y se puede demostrar que es práctico y efectivo; como cuando se requiere garantizar las exigencias higiénicas del código respectivo, o cuando existen pruebas epidemiológicas que hacen necesaria su aplicación. Para cumplir los propósitos de los criterios microbiológicos, se consideran las pruebas de riesgo para la salud, microbiología del alimento, posibilidad y consecuencias de la contaminación microbiana durante la manipulación y el almacenamiento posteriores, clases de consumidores expuestos al riesgo y la relación costo beneficio asociada a la aplicación del criterio. La norma microbiológica, siempre que sea posible, debe presentar límites sólo para microorganismos

patógenos importantes para la salud pública, si bien en algunos casos pueden ser necesarios límites que comprendan microorganismos no patógenos. La especificación microbiológica que se aplica a un producto terminado, tiene por finalidad garantizar que se han cumplido las exigencias higiénicas requeridas y puede incluir microorganismos que no tienen relevancia directa con relación a la salud pública. La pauta microbiológica se aplica durante o después del procesamiento del producto para monitorear la higiene de la elaboración. Esta última tiene por finalidad orientar al productor y no se usa con propósitos de control oficial; puede incluir microorganismos diferentes a los seleccionados para las normas y especificaciones. Los microorganismos de interés para los criterios microbiológicos se pueden agrupar en indicadores, patógenos y toxicógenos y microorganismos alteradores (133).

Certificación de la calidad.-

Con relación a la calidad de los alimentos desde el punto de vista de su certificación, se cuenta con índices de composición y estructura que se refieren al contenido de las diferentes sustancias, como proteínas, grasas y carbohidratos, que integran la composición del producto y que influyen de manera directa en su calidad nutritiva, así como las cantidades de aditivos, saborizantes y contaminantes metálicos presentes, el contenido bacteriano y el nivel de toxicidad (130).

Objeto de los estándares microbiológicos.-

Se ha señalado que el objeto fundamental al establecer los estándares microbiológicos de los alimentos es asegurar su aceptabilidad desde el punto de vista de la salud pública, es decir, que los alimentos que cumplan con tales estándares no producirán enfermedades infecciosas o intoxicaciones alimentarias; que los alimentos sean de calidad satisfactoria, o sea, que se compongan de materias primas de buena calidad, que no hayan sido deterioradas o se hayan contaminado durante los procesos de empaquetado, tratamiento, almacenamiento, manipulación o venta; que tengan un aspecto agradable, por estar libres de suciedad debida a materias fecales, parásitos, pus, micelio de mohos, etc., y que la

capacidad de conservación sea la normal para el alimento de que se trate. Los estándares suelen basarse en el número total de microorganismos, en el número en que se encuentra un microorganismo determinado que se toma como indicador, o en el número o ausencia absoluta de patógenos; pero no hay un acuerdo total sobre los contajes que deben considerarse significativos, sobre el microorganismo que debe tomarse como indicador ni sobre la posibilidad de determinar con seguridad la presencia de patógenos. En la mayor parte de los productos no existe correlación entre la real presencia de un indicador y la posibilidad de un patógeno. Asimismo, un recuento total elevado no constituye, necesariamente, un peligro para la salud pública. Los estándares deben estar adaptados a las clases de alimentos para los que se han propuesto. Se ha recomendado que los procedimientos de investigación y los estándares se adapten al tipo particular de alimento. En este sentido, una especificación microbiológica es el número máximo de microorganismos o de tipos específicos, determinados por métodos preestablecidos, aceptables para un alimento; un límite microbiológico es el número máximo de microorganismos determinado por métodos preestablecidos y sugerido como aceptable para un alimento; un estándar microbiológico es el apartado correspondiente a una ley o regulación administrativa que fija el número máximo de microorganismos o de tipos específicos determinados por métodos preestablecidos, aceptables para un alimento obtenido, envasado, almacenado o importado en el área jurisdiccional del organismo que lo establece. Asimismo, un criterio microbiológico es el nivel de bacterias en el producto final o despachado, que requiere adecuación y corrección de los factores que influyen en forma causal en la producción actual o futura o en la manipulación después de la producción (32).

Deshidratación.-

Como se ha reportado en la literatura, se espera que prevalezcan microorganismos patógenos en la materia prima. El precalentamiento de la materia prima antes de la deshidratación, incluye a la leche y a los huevos que son de naturaleza fluida. Los alimentos deshidratados son beneficiosos para la industria alimentaria, en ella, su peso es

marcadamente reducido y su conservación es buena. Usualmente, no se añade aditivos químicos a tales productos. La preservación de alimentos por medio de secado se basa en la extracción de parte de su contenido de agua y la consiguiente disminución de la actividad del agua (A_w) a un valor de menos de 0.62, el cual, es el mínimo reportado como necesario para el crecimiento bacteriano, de este modo, desde el punto de vista microbiológico, los productos deshidratados son estables. Puesto que, tales alimentos serán rehidratados antes de usarse y como pueden ser objeto de un consumo excesivo, el número y tipo de patógenos en el producto seco son de gran interés. El tipo de producto, la naturaleza de la contaminación original de la materia prima, el procesamiento de la misma antes de la deshidratación, la posible contaminación durante el proceso, el método de deshidratación usado, y el modo de empaque y almacenamiento del producto terminado hasta su uso, son los mejores parámetros para determinar el nivel microbiológico y la seguridad de los alimentos deshidratados para el consumidor (38).

Dentro del grupo de los alimentos poco perecederos se encuentran los alimentos deshidratados, que son aquellos cuya humedad ha sido reducida mediante algún proceso de deshidratación (secado por aspersión, liofilización, etc.), tal es el caso del huevo en polvo, el cual debe ser almacenado en lugares secos, perfectamente limpios y libres de plagas, y preferentemente refrigerados (144).

Los alimentos desecados contienen microorganismos en estado latente y se descomponen si se exponen a la humedad (93).

Métodos de secado o deshidratación.-

Existen varios métodos de secado o deshidratación de alimentos, entre éstos están el secado por pulverización o por rocío, el secado por aire caliente, el secado al aire libre y el secado por congelamiento, liofilización o criofilización (38). El tipo de deshidratación al que se refiere este trabajo con relación al huevo, corresponde, en general, al que utiliza el método de secado o deshidratación por pulverización o por rocío, el cual, se describe a continuación:

En el secado por pulverización o por rocío, los productos líquidos como la leche descremada y los huevos son rociados dentro de una cámara donde entran en contacto con una corriente de aire filtrado caliente en rápido movimiento, la cual, extrae el agua y origina un polvo con bajo contenido de humedad. De esta operación de secado no puede depender el control de patógenos, ya que, aunque la temperatura en la cámara de secado es alta, la evaporación del agua refresca las pequeñas partículas del alimento de tal manera que, rara vez se alcanza una temperatura lo bastante alta para eliminar a los microorganismos. Debido a la corta duración de este procedimiento de secado, no puede esperarse un incremento o una destrucción del número inicial de microorganismos, mediante la combinación de altas temperaturas y altos contenidos de humedad. El manejo del huevo en cascarón antes del secado no es diferente del que se da a los huevos destinados al congelamiento; el material líquido del huevo es puesto a través de un clarificador para quitar, si los hay, pedazos de cascarón y entonces es tamizado para quitar las chalazas y membranas vitelinas. La pasteurización es importante no sólo para el control de la infección por *Salmonella*, sino también, para precalentar el líquido y asegurar una baja humedad en el polvo que además no debe presentar quemaduras. El huevo líquido es bombeado a través de un conducto a presión y es liberado dentro de una gran cámara, donde entra en contacto inmediatamente con una corriente de aire calentado a temperaturas de 121.11°C a 148.88°C. Esto causa una evaporación inmediata de la mayor parte de la humedad del material líquido del huevo, el cual, cae al fondo en forma de fino polvo, a la vez que el aire húmedo sale de la cámara de secado con una temperatura de 65.55°C a 71.11°C. Los secadores modernos producen un polvo en el cual, el contenido de humedad no excede el 2%. La temperatura con que el polvo abandona el secador puede ser de 65.55°C o más alta, y debe ser disminuida rápidamente a menos de 29.44°C para que el producto tenga buenas cualidades de conservación. Dado que el polvo es extremadamente higroscópico, la temperatura debe ser reducida por enfriamiento por contacto y no por exposición al aire frío. Los huevos en polvo son inmediatamente empacados en recipientes sellados. Muchos de ellos son empacados con bióxido de carbono para eliminar el

oxígeno y disminuir el pH, con el fin de mejorar la calidad del producto (38, 110).

Reconstitución de alimentos deshidratados.-

Ciertos alimentos secos no son perecederos en el momento de la recepción previa a su utilización, pero pueden ser contaminados durante la reconstitución con agua, por las manos de los trabajadores o por recipientes contaminados. La actividad acuosa es aumentada al agregar líquidos, regularmente, hasta un nivel que permite el crecimiento bacteriano. Riesgos particulares pueden desarrollarse si el producto rehidratado no es almacenado de una manera segura. Si el alimento rehidratado no es servido inmediatamente, debe ser enfriado de una manera rápida y refrigerarse (144).

Particularmente, la reconstitución del huevo de gallina deshidratado, implica, en general, la adición al mismo de 60 gramos de agua por cada 35 gramos de huevo en polvo; sin embargo, cabe señalar que en la práctica estos valores pueden variar y son aplicables tanto para el huevo entero, como para la albúmina o para la yema en polvo por separado.

SALUD PÚBLICA

Salud.-

La Organización Mundial de la Salud (O.M.S./W.H.O.) ha definido a la salud como un completo estado de bienestar físico, mental y social, y no simplemente como la ausencia de enfermedades o afecciones. Cabe interpretar esta definición en un sentido dinámico, considerando que la salud se manifiesta por el desarrollo equilibrado de las funciones fisiológicas, que a su vez se expresan por el ejercicio normal de la interrelación e interdependencia biológica, psicológica y social del ser humano con su ambiente, es decir, con una orientación ecológica. Siendo la ecología la parte de la biología que se encarga del estudio de las relaciones mutuas entre los organismos y su universo, animado o inanimado, la salud colectiva puede ser enfocada dentro de este marco de referencia. La ecología médica o epidemiología permite explicar los procesos de salud o enfermedad como fenómenos de población, que traducen el tipo de relación entre las personas y su medio externo (165).

Salud pública.-

La salud pública está encargada de impedir las enfermedades, prolongar la vida y fomentar la salud y la eficiencia; mediante el esfuerzo organizado de la comunidad; para el saneamiento del medio, el control de las enfermedades infecciosas, la educación de los individuos en higiene personal, la organización de los servicios médicos y de enfermería para el diagnóstico temprano y el tratamiento preventivo de las enfermedades, y el desarrollo de un mecanismo social que asegure a cada uno un nivel de vida adecuado para la conservación de la salud. El ejercicio de la salud pública tiene como objeto hacer llegar los conocimientos y adelantos de la tecnología biomédica a la población (165)

Con relación a lo anterior se consideran importantes los puntos siguientes:

Higiene personal.-

Es el conjunto de medidas de protección que competen primordialmente a cada individuo y mediante las cuales se fomenta la salud y se limita la diseminación de enfermedades infecciosas. Principalmente las que se transmiten por contacto directo. Tales medidas consisten en conservar el cuerpo limpio mediante el baño diario (o frecuente) con agua y jabón; lavarse las manos con agua y jabón inmediatamente después de defecar y/u orinar, siempre antes de manipular alimentos y comer; mantener alejados de la boca, nariz, ojos, oídos, genitales y heridas, las manos y artículos sucios o aquellos artículos que hayan sido usados previamente y que no hayan sido lavados o desinfectados por otras personas para asearse posteriormente al primer uso inmediato anterior; evitar el uso de artículos sucios, o en común, empleados para comer, beber, o asearse, tales como cubiertos, vajilla, tazas, vasos, toallas, pañuelos, pelnes, cepillos para el cabello, cepillos para los dientes, pipas, etc., evitar la exposición de otras personas a las gotillas expulsadas por la boca o la nariz al toser, estornudar, reír o hablar y; lavarse las manos perfectamente después de tener contacto con algún enfermo y/o con sus pertenencias; etc., (127).

Higiene en la Industria alimentaria.-

Los manejadores o manipuladores de alimentos deben ser capacitados para que se pueda comprender y poner en práctica la prevención de la contaminación cruzada proveniente de los alimentos crudos y de las manos humanas a los alimentos, esto incluye lavado y desinfección de las manos en ocasiones que lo ameriten, deben ser capacitados para reportar sus infecciones cutáneas así como la confirmación de padecer infecciones intestinales. Tal riesgo de adquirir infecciones intestinales debe ser particularmente comunicado a los viajeros y habitantes en y de áreas riesgosas respectivamente; así, los manejadores de alimentos deben ser entrevistados acerca de haber presentado posibles síntomas de gastroenteritis durante sus vacaciones. Si está indicado por los resultados de la entrevista, los manejadores de alimentos deben ser excluidos del manejo de éstos, al menos, hasta que la situación sea aclarada o resuelta

mediante la realización de los exámenes bacteriológicos pertinentes. Este procedimiento es considerado una alternativa racional en la rutina programada de exámenes. Así, deben aplicarse, regularmente, programas de capacitación simples y relevantes para todos los manejadores de alimentos (21, 154).

Limpieza -

Es la eliminación, mediante fregado y lavado con agua caliente, jabón o un detergente adecuado, o con el empleo de una aspiradora, de agentes infecciosos y sustancias orgánicas de superficies en las cuales éstos pueden encontrar condiciones favorables para sobrevivir y multiplicarse (127).

Contaminación.-

Se considera que existe contaminación en un alimento cuando el producto o materia prima de que se trate, contenga microorganismos, hormonas, bacteriostáticos, plaguicidas, radiosótopos, así como cualquier materia o sustancia no autorizada o en cantidades que rebasen los límites máximos permitidos que establezca la Secretaría de Salud u otra autoridad competente (143).

Agente Infeccioso -

Es un organismo, principalmente un microorganismo pero incluyendo helmintos, capaz de producir una enfermedad infecciosa (127)

Infección.-

Es la entrada y desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el organismo de una persona o un animal. Infección no es sinónimo de enfermedad infecciosa; el resultado puede ser inaparente o manifiesto (127).

Enfermedad infecciosa.-

Es una enfermedad de las personas o de los animales, resultado de una infección (127).

En este contexto, cabe mencionar que el total de casos notificados en México de enfermedades diarreicas en personas en 1994 fue de 2'902,148; de éstas, a su vez, fueron para el mismo año 27,413 intoxicaciones alimentarias bacterianas, 70,281 salmonelosis, 8,215 casos notificados de fiebre tifoidea, 12,805 casos de shigelosis, 812,750 casos de amibiasis y 1'964,582 casos de otras infecciones intestinales. Ante este panorama estadístico, que en parte refleja la realidad, resulta evidente que cualquier esfuerzo dirigido a disminuir la incidencia de los padecimientos mencionados previamente, y que son adquiridos por la ingestión de alimentos contaminados, debe ser evaluado y apoyado para lograr el fin que persigue, obviamente en beneficio de la población al consumir ésta sus alimentos (142). En este marco de referencia se inscribe el tema desarrollado en este trabajo.

Desinfección o sanitización.-

Es la destrucción por medio de la aplicación directa de medios físicos o químicos, de algunos agentes infecciosos que se encuentren fuera del organismo (127, 145).

Desinfección concurrente.-

Es la aplicación de medidas desinfectantes lo más pronto posible después de la expulsión de las materias infecciosas del cuerpo de una persona infectada, o después que se han contaminado con éstas algunos objetos, reduciéndose el contacto de las personas con tales materias u objetos antes de dicha desinfección (127).

Educación para la salud.-

Es el proceso por medio del cual los individuos o grupos de personas aprenden a fomentar, proteger o restablecer la salud. Para lograr este objetivo es necesario que las técnicas y los métodos empleados tengan en cuenta los hábitos de vida de esas personas, los factores que las inducen a modificar o conservar sus hábitos adquiridos y la manera como las personas adquieren y aplican sus conocimientos. Por lo anterior, inicialmente, la educación para la salud debe considerar a las personas como son, junto con el interés que puedan tener en mejorar sus condiciones de vida, procurando inculcarle un sentido de responsabilidad a tales personas hacia las condiciones de salud, como individuos y como miembros de una familia y de una colectividad. En el control de las enfermedades transmisibles, la educación para la salud comúnmente comprende una evaluación de los conocimientos que posee una población acerca de una enfermedad, una determinación de los hábitos y actitudes en lo referente a la propagación y frecuencia de las enfermedades, así como la divulgación de medios específicos para remediar las deficiencias observadas (127).

Buenas prácticas de higiene y sanidad.-

Las buenas prácticas de higiene y sanidad se refieren a la aplicación de éstas en cuanto a: personal, instalaciones físicas, instalaciones sanitarias, servicios a planta, equipamiento, operaciones, control de plagas, limpieza, desinfección, etc. Referente a las operaciones incluye los aspectos de: materia prima, proceso, prevención de la contaminación cruzada, envasado, almacenamiento, transporte y evaluación de la calidad. Asimismo, en cuanto al proceso se recomienda efectuar un registro de los controles realizados y primordialmente de los puntos críticos. Tales prácticas están dirigidas a la obtención de alimentos higiénicos, sanos y de alta calidad (98, 150, 151, 153).

En este contexto, se ha mencionado que los factores que requieren control son: los roedores, generalmente ratas y ratones, portadores de microorganismos y parásitos causantes de enfermedades; los pájaros,

también portadores de enfermedades y parásitos potencialmente peligrosos para los humanos, los insectos que actúan de manera similar a los anteriores: bacterias patógenas; hongos, cuya presencia en algún alimento indica deficiencias en las prácticas sanitarias durante el proceso; contaminantes químicos; e ignorancia y descuido del personal, lo cual debe ser combatido mediante la capacitación sobre las buenas prácticas de higiene y sanidad, verificando la correcta realización de las citadas prácticas (153). Cabe señalar, que las buenas prácticas de higiene y sanidad tienen su campo de aplicación, además de la planta procesadora de algún alimento en particular, en donde se genera la materia prima, y que, en el caso del huevo, son aplicables en las casetas de ponedoras comerciales, donde es de suma importancia, dentro del control de plagas, establecer un programa eficaz de control de moscas; así, se ha encontrado que esto se puede lograr mediante: esparcir el abono para que seque rápidamente, contar con los enemigos y parásitos naturales de las moscas, control larval a través de la aplicación de cromazina al alimento, aplicación de larvicidas en la caseta, utilización de cebos o trampas de insecticidas, aplicación de insecticidas por nebulización, y tomar en cuenta que las moscas pueden volverse resistentes a cualquier insecticida, por lo que deberá planearse bien el uso de éstos (113).

Finalmente, se considera importante señalar que el control sanitario en la preparación de alimentos es el conjunto de acciones de orientación, educación, muestreo y verificación que deben efectuarse con el fin de contribuir a la protección de la salud del consumidor, mediante el establecimiento de las especificaciones sanitarias que debe cumplir tanto la preparación de alimentos como el personal y los establecimientos, en los puntos críticos presentes durante su proceso, que permita reducir aquellos factores que influyen en la presentación de enfermedades transmitidas por alimentos. Así, se ha establecido que dentro de las disposiciones sanitarias se deben verificar los empaques de los alimentos con el fin de asegurar su integridad y limpieza, también la necesidad de corroborar las características sensoriales de los alimentos frescos como son color, textura y olor característicos, para rechazar, en el caso del huevo, a los que presenten fecha de caducidad vencida. En todos los alimentos

industrializados? deben revisarse las fechas de elaboración, de recomendación de consumo o de caducidad de acuerdo al producto de que se trate. Se debe aplicar el sistema primeras-entradas/primeras-salidas, que tiene como finalidad la rotación adecuada de los productos garantizando así la frescura de éstos. La potabilidad del agua debe garantizarse mediante el uso de filtro, rayos ultravioleta, ozono, cloración, hervido, u otros medios; el agua potable contendrá como máximo cuenta total de mesofílicos aerobios igual a 100 UFC/ml, y referente a los coliformes totales el valor permitido será de 2 NMP/100 ml. Ningún alimento preparado contendrá *Salmonella*. Todos los alimentos que se manipulen para su servicio, deberán cumplir con las especificaciones microbiológicas señaladas en las normas correspondientes (114).

Ingeniería Sanitaria.-

La Ingeniería sanitaria es aplicable a los establecimientos, es decir, a los locales y sus instalaciones, dependencias y anexos, cubiertos o no, fijos o móviles, en los que se desarrolle el proceso de producción y actividades relacionadas con la elaboración de un producto. La ingeniería sanitaria es responsable, en primer término, de la seguridad física de los trabajadores y empleados y, en segundo lugar, de cualquier persona que se encuentre en el área de trabajo de una planta productora de alimentos en particular, esto incluye la correcta orientación de las instalaciones a fin de evitar que los vientos dominantes introduzcan malos olores y contaminantes atmosféricos a las mismas, la existencia de un vado sanitario con desinfectante en la entrada de vehículos y en la del personal ya dentro de la planta y antes de entrar al área de procesamiento del alimento, contar con pisos antiderrapantes, iluminación y ventilación adecuadas, instalaciones eléctricas eficientes y no riesgosas, señalamientos visibles y entendibles, salidas de emergencia, etc., (137, 143).

En este sentido, tales establecimientos deben estar debidamente acondicionados para el uso al que se destinen o pretendan destinar, siendo objeto del control sanitario oficial correspondiente. Todos los elementos de la construcción expuestos al exterior serán resistentes al

medio ambiente, al uso normal y a prueba de roedores. De preferencia, en el interior de las construcciones, las uniones entre piso y pared, entre pared y pared y entre pared y techo, serán redondeadas para facilitar su limpieza. Se contará, en su caso, con almacenes que garanticen la temperatura adecuada para la preservación de los productos y con áreas separadas de almacenamiento por línea de producción, a fin de evitar la alteración, contaminación o adulteración de los productos; las cisternas, tanques y demás depósitos de agua deberán estar revestidos de material impermeable atóxico y con sistemas de protección adecuados que impidan su contaminación y otros que fijen las autoridades correspondientes, deberán estar provistos de iluminación suficiente, ya sea natural o artificial, y de ventilación adecuada también; se cuidará la conservación, aseo, buen estado y mantenimiento de dichos establecimientos. Más específicamente, se tiene que los pisos de las áreas de recibo, almacenamiento y proceso de alimentos deben ser de recubrimientos continuos, no porosos, antiderrapantes y se deben mantener limpios, secos y sin roturas o grietas y con declive hacia las coladeras; las paredes deben ser de acabados continuos, no porosos, sin grietas o roturas y deben mantenerse limpias y secas; si se cuenta con instalaciones de aire acondicionado, se deberá evitar que las tuberías y techos provoquen goteos, particularmente en las áreas de procesamiento del alimento; el área donde se manipule este último, deberá estar ventilada de tal manera que se evite el calor excesivo y la condensación de vapor; las instalaciones de plomería no deben presentar reflujos ni fugas y los desagües deben estar libres de basura y fauna nociva; los sanitarios no deben usarse como bodegas y deben estar situados fuera del área de procesamiento del producto, deben lavarse y desinfectarse diariamente y contar con lo siguiente: jabón, cepillos para uñas, lavabos con mecanismo de accionamiento de las llaves de éstos con el pie o con la rodilla, papel sanitario y toallitas desechables o secadora de pelo automático; en los excusados o inodoros y en el área de secado de manos, debe haber botes de basura con bolsa de plástico y tapadera oscilante o accionada mediante pedal; debe haber puertas de acceso y salida a los sanitarios preferentemente sin picaporte y con mecanismo de cierre automático funcionando adecuadamente. Asimismo, si el número de usuarios no sobrepasa a 25, puede contarse con un solo servicio sanitario para ambos

sexos, si el número de usuarios va de 26 a 50 se debe tener un sanitario para hombres y otro para mujeres, con sus respectivos lavabos; si el número de usuarios es mayor de 50, se debe aumentar un excusado y un lavabo por cada 30 lugares más, y en el caso de los hombres un mingitorio más (137, 143, 144).

También, debe considerarse que las cámaras de refrigeración, los refrigeradores, las cámaras de congelación, los congeladores y el almacén de secos, deben estar iluminados; asimismo, para almacenar adecuadamente materia prima o productos en ellos, se deben utilizar aditamentos con su borde superior a 15 cm del nivel del piso; las temperaturas respectivas de estas áreas deben ser: en las cámaras de refrigeración y en los refrigeradores 4°C o menos y en las cámaras de congelación y congeladores -18°C o menos; estas temperaturas deben ser verificadas mediante el uso de termómetros visibles o dispositivos de registro de temperatura funcionando correctamente y en buen estado. No debe almacenarse alimentos directamente sobre el piso y los aditamentos usados para evitar esto deben estar perfectamente limpios. Se debe almacenar los alimentos crudos por separado de los ya procesados. No se debe almacenar alimentos en huacales, cajas de madera, recipientes de mimbre o en costales. El almacén de secos debe estar localizado en un área cerrada, seca y ventilada. Durante el transporte de la materia prima o del producto terminado, se debe considerar que el área del vehículo empleada para estos fines debe ser exclusiva para los mismos, debiendo mantenerse limpia y lavarse y desinfectarse cada vez que se utilice (143, 144).

Deberá haber provisión de agua potable, en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades del proceso de producción, así como de las personas que se encuentren en la productora de alimentos; a fin de que la cantidad y presión del agua sean suficientes, se contará con depósitos y equipo de bombeo adecuados. El agua residual, para ser utilizada nuevamente dentro de un establecimiento, deberá tratarse y mantenerse en condiciones tales que su uso no presente riesgos para la salud; asimismo, tendrá un sistema separado de distribución fácilmente identificable; el agua residual no deberá tener contacto con el ser

humano, ni con la materia prima o productos en cualquiera de las fases del proceso productivo del huevo en polvo. También, se deberá disponer de un sistema de descarga de aguas servidas y pluviales, el cual deberá mantenerse en buen estado de conservación y funcionamiento; los conductos de desagüe o albañales estarán contruidos para resistir las descargas a las que estén sujetos; asimismo, éstos deberán estar conectados a los servicios públicos o alcantarillado, o bien, será necesario que cuenten con fosa séptica y pozo de absorción o campo de subirrigación, siempre y cuando no se afecte uno o más acuíferos en explotación para consumo humano. Por otra parte, los lavaderos o tarjas para los útiles de limpieza, deben estar separados de la tarja para el lavado de trapos y jergas para las mesas de trabajo; en el área de procesamiento del producto debe contarse con una estación para lavado y desinfección de manos, provista de jabón, desinfectantes, toallas desechables y botes de basura con bolsa de plástico y tapa oscilante o accionada con pedal; el área destinada para desechos y basura puede estar o no refrigerada, en cualquier caso debe tener botes limpios con bolsa de plástico, tapaderas y estar en buenas condiciones, con pisos y paredes sin manchas o basura, debe estar desprovista de malos olores y ubicarse lejos de la materia prima, del área de proceso y del producto terminado. Finalmente, se debe contar con puertas y ventanas protegidas a prueba de insectos y roedores (143, 144).

Programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva.-

Se considera que una superficie está limpia cuando se encuentra visiblemente libre de cualquier sustancia o materia diferente al material intrínseco del cual está hecha y a la desinfección (sanitización) como la reducción del número de microorganismos presentes en una superficie o alimento dentro de un nivel seguro, mediante la aplicación de agentes químicos, de métodos físicos o de ambos; asimismo, el control de la fauna nociva es el conjunto de acciones que se realizan para evitar que las plagas más comunes y conocidas ejerzan sus efectos perjudiciales (143).

En este contexto, un programa en particular de limpieza, desinfección y control de fauna nociva, aborda los tres aspectos principales que lo

conforman de una manera necesariamente simultánea, ya que existe una gran interrelación entre los aspectos citados.

Así, para lograr la eficiencia de este programa se debe considerar lo siguiente:

Dar mantenimiento constante y realizar la limpieza y desinfección de todas las áreas de trabajo, de los refrigeradores y cámaras de refrigeración, de los congeladores y cámaras de congelación, utensilios y recipientes, del equipo en todas sus partes, de las mesas de trabajo y vehículos utilizados en el proceso de producción, y de todo aquel artículo utilizado en dicho proceso, así como de las áreas de almacenamiento del producto final y de las de los reactivos utilizados durante el proceso y de otras sustancias también, de acuerdo con lo citado en las tablas 7 y 8. En el caso de los congeladores y cámaras de congelación, deberán descongelarse previamente para su limpieza y desinfección. Posterior a la limpieza, la desinfección puede realizarse con yodo en solución de acuerdo a las instrucciones del fabricante, a una temperatura de 75°C a 82°C por lo menos durante medio minuto; para realizar esto también se puede tomar en cuenta lo establecido en las tablas correspondientes. En este sentido, los materiales y equipo a desinfectar deberán ser resistentes a la corrosión y no deberán contener sustancias tóxicas, olores ni sabores desagradables, tampoco deberán provocar alteración o contaminación del alimento en proceso, siendo su uso inocuo (137, 143, 144).

Se deben utilizar jergas y trapos exclusivos para la limpieza de mesas y superficies de trabajo, éstos se deben mantener limpios y desinfectados dentro de una solución de yodo o cloro, o lavarse y desinfectarse después de cada uso; se deben utilizar diferentes trapos para cada zona de trabajo, deblendo ser de colores claros y exclusivos para este fin (143).

En el caso de existir pisos con losetas deberán lavarse y cepillarse las juntas diariamente y desinfectarse. Las coladeras deberán estar limpias, con rejillas en buen estado, sin basura y sin estancamientos. Las paredes deberán mantenerse limpias y secas y las que sean de recubrimientos no

continuos deberán ser lavadas, cepilladas las uniones y desinfectadas diariamente (143)

Se deberá contar con superficies y tarjas limpias exclusivas para el lavado de equipo y utensilios con agua corriente y sin fugas (143).

Las zonas de almacenamiento deberán mantenerse limpias, sin mohos, libres de fauna nociva y de mascotas (143).

Las sillas, mesas, barras, pisos, paredes, techos, puertas y lámparas, deberán mantenerse en buen estado y sin manchas o suciedad visible (143)

Todas las áreas deberán estar libres de fauna nociva, contarán en puertas y ventanas con protección contra insectos y roedores. Los vehículos de transporte estarán también libres de este tipo de plagas, entre las que se encuentran el escarabajo negro (*Alphitobius diaperinus*), las ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) y al ratón (*Mus musculus*); en cuanto a la primera especie citada se puede combatir con ciflutrin, foxim o triflumurom, para combatir a las tres restantes se puede usar difetialona. Cabe señalar que en los establecimientos dedicados al proceso de alimentos, sólo podrán utilizarse los plaguicidas autorizados para su empleo en dichos lugares y no otros; la aplicación sólo podrá efectuarla personal que cuente con la autorización sanitaria correspondiente (143).

Dentro de este programa el personal deberá cumplir con lo siguiente:

La presentación de todo el personal deberá ser pulcra, bañado, afeitado, con el pelo corto y recogido y con ropa limpia; deberá utilizar botas, bata, delantal, red, turbante, cofia o gorra de colores claros, que cubra completamente el cabello, sin manchas o suciedad visible y en buen estado; todo el personal deberá lavarse las manos hasta la altura de los codos, incluyendo el cepillado de uñas, con agua y jabón antiséptico antes de iniciar las labores y después de interrumpirlas, secarse con toallas desechables o aire caliente, antes y después de manipular alimentos crudos, después de ir al baño y después de manipular dinero o cualquier

objeto ajeno al proceso de producción; se deberá exigir el lavado de manos en vez del uso de guantes y en el caso de utilizarlos éstos deberán ser desechables y descartarse cada vez que se interrumpan las labores, las uñas deberán estar limpias y recortadas y sin esmalte; no se permitirá el uso de joyería en manos, cuello u orejas, los límites microbiológicos de las manos deberán estar por debajo de 3 000 UFC/superficie con respecto a cuenta total de mesofílicos aerobios y menos de 10 UFC/superficie con relación a los coliformes totales; asimismo, no deberá trabajar personal padeciendo heridas, abscesos, enfermedades respiratorias, enfermedades gastrointestinales, parasitosis o cualquier otra enfermedad transmisible vía alimentos, pudiéndose reintegrar a sus labores al estar ya recuperado plenamente; no se permitirá comer, fumar o beber en el área de preparación de alimentos (137, 143).

El almacenamiento de detergentes o de cualquier otro producto químico se deberá hacer en un lugar independiente de cualquier área de manipulación o almacenado de alimentos; para lograr este fin, todos los recipientes, frascos, botes y bolsas deberán estar etiquetados y cerrados. El almacenamiento de insecticidas se deberá realizar en una área independiente a la de manipulación o almacenamiento de alimentos teniéndose un control estricto para su distribución y uso, éstos deberán etiquetarse con un rótulo en el que se informe sobre su toxicidad y empleo (143)

Finalmente, en cuanto a las superficies inertes se permite una cuenta total de microorganismos mesofílicos aerobios menor a 100 UFC/superficie, así como menos de 50 UFC/superficie referente a los coliformes totales (143).

Algunos ejemplos de desinfectantes para instalaciones y sustancias sanitizantes para equipo se presentan en las tablas 7 y 8 incluidas a continuación:

TABLE 7

DESINFECTANTES PARA INSTALACIONES

DESINFECTANTE	CONCENTRACIÓN	TEMPERATURA DE LA SUSTANCIA	TIEMPO DE VIDA ÚTIL
SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO O HIPOCLORITO DE CALCIO	2.5% DE CLORO ACTIVO	20 °C	1 HORA
SOLUCIÓN DE SOSA CÁUSTICA	2%	70 °C A 80 °C	3 HORAS
SUSPENSIÓN DE CAL RECIÉN APAGADA	15%	AMBIENTE	1 HORA
SOLUCIÓN DE FENOL	1%	37 °C	15 MINUTOS

Fuente RUIZ, 1996. Referencia número 137.

TABLA 8

SUSTANCIAS SANITIZANTES PARA EQUIPO				
SUSTANCIA O COMPUESTO	CARACTERÍSTICAS NECESARIAS	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA		CONDICIONES DE EMPLEO
		MÍNIMA	MÁXIMA	
Hipoclorito sódico	a) 10 a 14 c) 3 a 30	50 ppm	200 ppm	Enjuague después de su uso
Cloraminas, Cloramina, Cloramina B y Dicloramina T	a) 25 a 30 c) mayor a 60	Lo recomendado por el fabricante		Enjuague después de su uso, para utensilios que deben sumergirse
Derivados del ácido isocianúrico, dicloro y tricloro isocianúrico	a) 60 b) 6 a 10 c) 3 a 30		100 ppm	Enjuague después de su uso
Dicloro dimetilhidantoino grado técnico pureza 25%	a) 16 c) mayor a 60	Lo recomendado por el fabricante		Enjuague después de uso
Bromuro de cetiltrimetilamonio, cloruro de lauril dimetilbencilamonio, biguanidas (derivados de amonio cuaternario)	b) mayor de 6 c) 1 a 3	50 ppm	500 ppm	A temperatura mayor de 40°C
Iodóforos	b) 3 a 5 c) 1 a 3	10 ppm	100 ppm	Buena a temperatura inferior a 50°C, enjuagar después de su empleo
Agua caliente	c) 10	No requiere		A más de 80°C, el agua y vapor usados para sanitizar deberán ser de agua potable
Notas	a) % de cloro libre, b) pH, c) tiempo de contacto en minutos			
Fuente	RUIZ, 1998. Referencia número 137			

SISTEMA HACCP

Origen.-

El concepto del sistema HACCP fue desarrollado por Pillsbury Co., en respuesta a los deseos de la Agencia Nacional Aeroespacial (NASA) de tener alimentos seguros disponibles para su programa espacial. En este contexto, el primer objetivo fue lograr tener alimentos libres de contaminación bacteriana y viral. Un muestreo estadístico tradicional y pruebas de destrucción del producto final empacado, requieren muy altos niveles de prueba para aproximarse al 100%; una total seguridad, de hecho, no puede ser alcanzada simplemente por pruebas al producto final que dan resultados satisfactorios, debido a que existe la posibilidad de que los empaques individuales del producto puedan todavía tener contaminantes. Lo anterior fue considerado como inaceptable por Pillsbury Co., para continuar probando más producto que había sido entregado a la NASA. Esto se puso de manifiesto y mostró la necesidad de tener una comprensión y control completos sobre los procesos, y entonces decidieron examinar una política de cero errores o defectos en aplicación con la NASA. La comprensión y control de todos los procesos incluye fuentes materiales, ambiente y personal. Si este control se establece, entonces los productos pueden ser bien hechos desde la primera vez y las pruebas de empaque al producto final pueden ser reducidas a un limitado programa de monitoreo. Sus análisis aproximados de riesgos fueron desarrollados dentro de un sistema denominado "modos de fallar" en los laboratorios de la Armada Naval de los Estados Unidos de América (152, 168)

Al finalizar la década de los sesenta, mientras que el programa espacial de los E.U.A., progresaba, fue necesario contar con el 100% de seguridad de no tener defectos en dicho programa para evitar que los astronautas tuvieran una misión catastrófica. Así, la compañía Pillsbury aceptó un contrato con la NASA para elaborar productos alimenticios y establecer cuales de los procedimientos de control de calidad tradicionales, que dependían fuertemente de las pruebas al producto final, no podían asegurar cero defectos en el producto. Como resultado de esto, se ideó

un sistema de calidad total teniendo al sistema HACCP como componente fundamental (173) .

Definición.-

El sistema HACCP es un sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control relacionado directamente con la producción de alimentos para consumo humano. El nombre de HACCP proviene de las letras iniciales de las palabras que en Inglés resumen al sistema, de ahí se tiene que HACCP significa en inglés Hazard Analysis and Critical Control Points, en español al sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control se le puede llamar sistema ARPCC, o bien, ARICPC, que sería el equivalente de HACCP (152, 164). Este sistema puede ser definido como una herramienta administrativa disponible para el productor de alimentos en general y alimentos en polvo en particular, cuya función es desarrollar procedimientos preventivos para elaborar tales alimentos, siendo así estos alimentos seguros dentro de las especificaciones acordadas. El enfoque tradicional del sistema HACCP es determinar el riesgo que representan los microorganismos patógenos para el consumidor de alimentos, un riesgo es definido en el amplísimo contexto de fallar o fracasar para satisfacer las especificaciones del proceso y del producto (168)

Se considera al sistema HACCP basado en el control de calidad como una herramienta cuyo uso proporciona medios para introducir un control de calidad con un costo efectivo. Provee un sistema lógico para proyectar o ideas, documentar e implementar significativamente un control práctico para uno o varios procesos u operaciones dentro de la planta. El valor a ayuda para crecer con el uso de este concepto dependerá de los beneficios económicos derivados del mismo para la industria (22).

El Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP) es un método de aseguramiento de la calidad, utilizado principalmente para prevenir riesgos microbiológicos, físicos y químicos en los alimentos procesados. El método hace énfasis en

1) la identificación de aquellas operaciones en el proceso del alimento, en las cuales exista la posibilidad de presentación de desviaciones que puedan afectar negativamente la seguridad en la producción de alimentos, y

2) el desarrollo de acciones específicas que prevengan las posibles desviaciones antes de que sucedan

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos es un método sistemático, racional y continuo de previsión y organización, con miras a lograr la seguridad de los alimentos, mejorar su calidad y disminuir las pérdidas ocasionadas por su alteración. Este método puede ser aplicable a todas las operaciones del proceso de un alimento, desde la producción de la materia prima, la elaboración, su distribución y finalmente la manipulación por el usuario final (3, 33, 34, 144, 146, 147, 148, 149, 152).

En resumen, el HACCP es un sistema preventivo para controlar la producción de alimentos seguros, consiste en una evaluación crítica de todo el proceso de elaboración de alimentos con la finalidad de determinar donde existen riesgos de contaminación que puedan originar productos alimenticios no seguros (173).

En este sentido, cabe mencionar que un punto crítico de control (PCC) es el paso, etapa o punto en el proceso de elaboración de alimentos donde un riesgo es minimizado si es mantenido un control adecuado, así como el correspondiente monitoreo de este punto. El mantener registros exactos y puntuales permite verificar si los PCC's están siendo controlados, o bien, detectan cuando el control en éstos se ha perdido (173).

El HACCP es un acceso sistemático para la identificación y determinación de peligros y riesgos microbiológicos asociados con alguna operación alimentaria en particular y la definición de medios para su control (58).

Desarrollo -

El plan general del sistema HACCP fue primero presentado a la conferencia nacional sobre protección de alimentos en E.U.A., en 1971. El interés primario de la Food and Drug Administration (FDA) fue el de revisar e inspeccionar las premisas de operación del sistema HACCP. El interés inicial creado en torno al sistema HACCP mostró posteriormente un *decremento*, esto posiblemente relacionado con alguno de los siguientes cuatro puntos:

- 1) Las inspecciones de alimentos diferentes a los conservados y con baja acidez por medio del sistema HACCP fueron opcionales y no obligatorias
- 2) Después de 1975 no se tuvo por parte de la FDA sesiones formales de entrenamiento en el sistema HACCP
- 3) El énfasis de la FDA fue cambiado al desarrollo de sistemas productivos anulados, y
- 4) El interés en el servicio en el establecimiento alimentario diluyó el énfasis sobre el procesamiento de alimentos en las plantas alimentarias

Por otra parte, en 1980 la Organización Mundial de la Salud (O.M.S./W.H.O.) reconoció que la aplicación del sistema HACCP no era común fuera de las E.U.A., y dejó de manifiesto que la aplicación de este sistema podría ser benéfica en muchos otros países (168).

El sistema de control total de calidad mediante el Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP) fue primeramente aplicado por la industria alimentaria en la elaboración de alimentos destinados a astronautas en el año de 1960. En 1971, la FDA promulgó las regulaciones del HACCP para alimentos en conserva bajos en acidez. A partir de entonces, la industria alimentaria ha ido adoptando gradualmente al HACCP como un sistema preventivo de control para

garantizar que los productos alimenticios estén libres de problemas, en lugar de reaccionar posteriormente a la presentación de los mismos (173).

El Codex Alimentarius ha aplicado este método en el Código de Prácticas para Alimentos Enlatados de Baja Acidez, así como también en el Código de Prácticas de Higiene para Productos Cárnicos, elaborados con reses y aves, en los Estados Unidos de América. El método se enfoca hacia el modo en como deben evitarse o reducirse los peligros asociados a la producción de alimentos. Para ello es necesario realizar una evaluación cuidadosa de todos los factores internos y externos que intervienen en el proceso de un alimento, desde los ingredientes o materia prima hasta el producto terminado, incluyendo la elaboración, la distribución y el consumo (152)

Legislación -

En los E.U.A., el sistema HACCP se incluyó en 1973 en la legislación obligatoria para alimentos en conserva bajos en acidez por parte de la Food and Drug Administration (FDA); inicialmente, sólo este tipo de alimentos estaba contemplado para la aplicación obligatoria del sistema HACCP en las operaciones de manufactura e inspecciones basadas en las regulaciones establecidas por tal sistema; sin embargo, tanto el Departamento de Agricultura como la FDA han anunciado su intención de aplicar este sistema a una mayor cantidad de alimentos. Así, dentro de lo que se conoce como MEGA-REG, o nuevas reglas de procesamiento aprobadas recientemente en los E.U.A., el sistema HACCP se establecerá primero en las mayores plantas de procesamiento de carne roja y carne de pollo, y se espera que después de 18 meses, a partir del inicio del año 1997, el 75% del procesamiento en el país va a satisfacer las normas del HACCP; las plantas pequeñas tendrán 30 meses para satisfacer los estándares de la MEGA-REG (20, 158).

Asimismo, en la comunidad europea, los dirigentes de ésta han estado incrementando la inclusión de los requerimientos del sistema HACCP, para que sus procedimientos sean adoptados por su industria alimentaria; de esta manera, incluyen: productos del mar, leche cruda, leche tratada con

color y derivados de la leche, así como productos cárnicos, en este sentido, se busca la aplicación del sistema HACCP a todos los alimentos (20).

En este contexto, el sistema HACCP se apoya en las siguientes definiciones básicas:

Definiciones básicas.-

- **Monitoreo continuo.-** Registro ininterrumpido de datos, ejemplo: registro gráfico de temperaturas en proceso (31)
- **Punto en control.-** Cualquier punto en un sistema específico de alimentos en que la pérdida de control no conduce a un riesgo sanitario inaceptable (31).
- **Punto crítico -** Cualquier punto o procedimiento en un sistema de alimentos específico en que la pérdida de control puede provocar un riesgo sanitario inaceptable (31).
- **Punto crítico de control.-** Un punto crítico de control (PCC) es una operación o etapa del proceso que debe ser controlada para evitar un riesgo, el control aquí puede ser parcial o completo, por lo tanto, se reduce o elimina la magnitud del riesgo de que se trate según corresponda (137).
- **Defecto crítico.-** Cualquier defecto que pueda provocar condiciones riesgosas o inseguras para individuos que usen y dependan del producto (31).
- **Límite crítico.-** Una o más tolerancias prescritas (parámetros) que deben alcanzarse para asegurar que el control de un punto crítico efectivamente controle un riesgo sanitario microbiológico, químico o físico (31).

- Desviación.- Falla en alcanzar un límite crítico requerido para el control de un punto crítico (31).
- Plan HACCP - Documento escrito que delinea el procedimiento formal que debe seguirse de acuerdo a estos principios generales (31)
- Sistema HACCP.- Es el resultado de la implantación de los principios HACCP (31).
- Riesgo.- Cualquier propiedad biológica, química o física que pueda causar un daño sanitario inaceptable al consumidor (31).
- Monitoreo.- Secuencia planeada de observación o medición de límites críticos, diseñada para producir un registro preciso y con la intención de asegurar que los límites críticos mantengan la seguridad del producto (31).
- Riesgo estadístico.- Estimado de la probabilidad de un daño o peligro (31).
- Categoría de riesgo.- Una de seis categorías de priorización de riesgos basada en riesgos en alimentos (31).
- Ingrediente sensible.- Cualquier ingrediente históricamente asociado con un riesgo microbiológico conocido (31)
- Riesgo significativo.- Postura moderadamente probable de causar un daño inaceptable a la salud (31).
- Chequeo momentáneo.- Pruebas suplementarias realizadas con base en el azar (31).
- Verificación.- Métodos, procedimientos o pruebas para determinar si el sistema HACCP es congruente con el plan HACCP (31).

Principios -

Un sistema HACCP en particular aplicado a la producción de alimentos de origen animal contiene los siguientes siete principios.

- 1) Identificación y evaluación de riesgos asociados con cría, transporte, sacrificio, proceso-preparación, distribución y consumo de un producto dado, esto es igual a un análisis de riesgos
- 2) Determinación de los puntos críticos de control (PCC's) para controlar riesgos identificables
- 3) Establecimiento de límites críticos para ser cumplidos en cada PCC identificado, como temperatura, tiempo, concentración de cloro, etc
- 4) Establecimiento de sistemas o procedimientos de monitoreo para los PCC's
- 5) Establecimiento de acciones correctivas que se deben tomar cuando haya una desviación del programa del proceso, identificada al monitorear un PCC
- 6) Establecimiento de un sistema de recopilación de datos para el plan HACCP
- 7) Establecimiento de procedimientos para verificar que el sistema HACCP trabaja correctamente (14, 31, 35, 36, 144, 146, 147, 148, 149, 152, 168).

Con relación a lo anterior, cabe señalar que el monitoreo, dentro del proceso de producción alimentaria, es aplicable a la esterilización, pasteurización, líneas de tubería, llenado de máquinas, ambiente externo, almacenamiento, transporte y distribución (2).

A continuación se describen más detalladamente los siete principios básicos para el Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control

1) Identificar, caracterizar, categorizar, y validar los riesgos asociados con el cultivo, cosecha, materias primas e ingredientes, procesamiento, manufactura, distribución, mercadeo, preparación y consumo de un alimento -

Proporciona una evaluación sistemática de un alimento específico, de sus ingredientes o componentes para determinar el riesgo a partir de microorganismos peligrosos o sus toxinas. El análisis de riesgo es más útil para guiar el diseño seguro de un producto alimenticio y definir el control de puntos críticos para eliminar o controlar microorganismos peligrosos o sus toxinas en cualquier punto durante la secuencia completa de producción. Este paso del análisis es un proceso de dos partes que consiste en la clasificación del alimento de acuerdo a 6 características, seguido de la asignación de categorías de riesgo que están basadas sobre el establecimiento de la caracterización. Esta caracterización debe ser seguida por la asignación de categorías de riesgo basadas en cuantas de las características en cuestión estén presentes. Las categorías de riesgo se usan para reconocer la probabilidad de peligro para ingredientes y en consecuencia, como deben tratarse o procesarse para reducir el riesgo para toda la producción y secuencia de distribución de un alimento. En condiciones ideales, el procedimiento de valoración del riesgo se hace después de desarrollar una descripción de trabajo del producto, estableciendo los tipos de materias primas e ingredientes requeridos para la preparación del producto y elaborando un diagrama de flujo de la secuencia de producción. A continuación se describe el procedimiento a seguir para llevar a cabo esta valoración de dos partes:

- Caracterizar al alimento de acuerdo a las características de riesgo identificándolos con las letras de la A a la F, usando el signo más (+) para indicar un riesgo potencial, si el alimento tiene la característica y cero (0) si no la tiene. El número de signos más (+) determinará la categoría del riesgo. El establecimiento de categorías de riesgo puede hacerse también

para riesgos físicos o químicos que deben ser considerados si el alimento pudo haber sido expuesto a ellos (31).

Característica especial

Riesgo A.- Clase especial que ubica a productos no estériles diseñados y destinados para consumo por poblaciones de alto riesgo, por ejemplo: infantes, ancianos, personas débiles o individuos inmunocomprometidos (31).

Características generales

Riesgo B.- El producto contiene ingredientes "sensitivos" en términos de riesgos microbiológicos (31).

Riesgo C.- La secuencia del proceso no contiene un paso controlado que destruya efectivamente microorganismos peligrosos (31).

Riesgo D.- El producto está sujeto a recontaminación después del procesamiento y antes del empaque (31).

Riesgo E.- Existe potencial sustancial para manejo excesivo en la distribución o en el manejo por el consumidor que podría provocar que el alimento sea peligroso cuando sea consumido (31).

Riesgo F.- No existe un proceso terminal de calentamiento después del empaque o cuando se prepare en casa (31).

Asignación de la categoría de riesgo (basada en la clasificación por caracterización de riesgo):

Categoría especial

Categoría VI.- Categoría especial que se aplica a productos no estériles diseñados y destinados para el consumo de poblaciones en riesgo, por ejemplo. Infantes, ancianos, personas débiles o individuos

inmunocomprometidos. Debe considerarse las seis clases de categorías de riesgo (31)

Categorías generales

Categoría V. Alimentos en que se encuentren presentes las características de B a F;

Categoría IV. Alimentos en que se encuentren presentes cuatro de las características generales;

Categoría III. Alimentos en que se encuentren presentes tres de las características generales;

Categoría II. Alimentos en que se encuentren presentes dos de las características generales;

Categoría I. Alimentos en que se encuentre presente una de las características generales; y

Categoría 0. No hay riesgo (31).

Los ingredientes deben tratarse de la misma forma cuando son recibidos en la planta ANTES de procesarlos. Esto permite determinar como reducir el riesgo en el sistema de producción (31).

Resumiendo la información anterior y para facilitar la valoración es recomendable emplear la siguiente tabla que presenta la caracterización de los riesgos y su categoría:

TABLA 9

CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS Y SU CATEGORÍA

INGREDIENTE O PRODUCTO	CLASE DE RIESGO			CATEGORÍA DE RIESGO
p1	A Seis	(+)	(Especial)	VI
p2	Cinco	(+)	(B o F)	V
p3	Cuatro	(+)	(B o F)	IV
p4	Tres	(+)	(B o F)	III
p5	Dos	(+)	(B o F)	II
p6	Uno	(+)	(B o F)	I
p7	No	(-)		0

Fuente: FOOD PROCESSORS INSTITUTE, 1993. Referencia número 31.

2) Determinar las medidas requeridas para el control de los puntos críticos asociados a los riesgos identificados.-

El control de un punto crítico debe establecerse donde el control se puede ejercer. Todos los riesgos identificados en el análisis deben controlarse en algún punto o puntos de una cadena de producción del alimento, desde el cultivo y/u obtención de la materia prima hasta el consumo final del alimento. El control de los puntos críticos debe localizarse en cualquier punto de la secuencia del proceso en que se requiera destruir o controlar microorganismos peligrosos. Por ejemplo: La pasteurización (tratamiento térmico sostenido con una combinación tiempo-temperatura específica), o la refrigeración para prevenir el desarrollo microbiano, o el ajuste de pH de un alimento necesario para prevenir la producción de toxinas. Los tipos de control de puntos críticos pueden incluir: cocción, enfriamiento, sanitización, control de formulación, prevención de contaminación cruzada, higiene del personal e higiene del medio entre otras. El control de los puntos críticos debe desarrollarse con cuidado y documentarse. Sólo deberán usarse con fines de aseguramiento

del producto y no deben confundirse con otros puntos de control que no se refieran al aseguramiento (31).

3) Establecer los límites críticos (parámetros) que deben obtenerse para controlar cada punto crítico identificado.-

Puede haber más de un límite crítico para el control de un punto crítico, si alguno de los límites críticos se sale de control, el control del punto crítico se perderá y se producirá un riesgo potencial. Los criterios más empleados para el establecimiento de límites críticos son: temperatura, tiempo, humedad, nivel de agua libre, pH, acidez titulable, conservadores, concentración de sal, cloruro disponible, viscosidad y, en algunos casos, características organolépticas como textura, aroma y apariencia. Como es lógico suponer, se requiere una gran variedad y cantidad de información para establecer tales límites que aseguren el control de un punto crítico, considerando aspectos tales como volumen, termorresistencia de los microorganismos implicados, grado de contaminación inicial, el uso de ingredientes adicionales y la probabilidad de recontaminación (31).

4) Establecer procedimientos para monitorear el control de los puntos críticos.-

Consiste en la observación a prueba programada del control de un punto crítico y sus límites, cuyos resultados deben ser documentados. Cualquier error en el control de un punto crítico produce un defecto crítico y debido a que un defecto crítico puede tener consecuencias potencialmente serias, los procedimientos de monitoreo deben ser extremadamente efectivos. Pensar en alcanzar en realidad este objetivo implicaría que el monitoreo se realizara al 100%, lo cual en la práctica no es posible, sobre todo si se consideran los tres tipos de riesgos (físicos, químicos y microbiológicos). En general, los controles físicos y químicos, sobre todo los más simples, pueden practicarse de rutina, mientras que los microbiológicos por el tiempo y costo requerido se vuelven imprácticos. Por lo anterior, es recomendable trabajar sobre la base de los registros de pruebas físicas y químicas de rutina para establecer una correlación con las posibles poblaciones microbianas (en términos cualitativos y

cuantitativos). Esta idea refuerza la premisa de la prueba y registro continuo como sustento para la confiabilidad de la prueba de monitoreo. Para que este procedimiento sea eficiente se deben, además, considerar otros factores, como la calibración del equipo, el diseño estadístico para la obtención de datos, es decir, tamaño de muestra, frecuencia o intervalo de muestreo, la forma para obtener la muestra y las precauciones inherentes al tipo de muestra que se desea analizar, lo que podrá indicar si se está alcanzando el control del desarrollo microbiano. Las pruebas físicas y químicas empleadas con más frecuencia para el monitoreo incluyen, entre otras, temperatura, tiempo, pH, eficiencia de sanitización (en el punto crítico de control), medidas preventivas específicas para contaminación cruzada, procedimientos específicos para el manejo de alimentos, contenido de agua libre y humedad relativa. Es conveniente complementar el monitoreo de algunos puntos críticos y sus límites respectivos con chequeos momentáneos para cualquiera de las fases del proceso referidas a uno o más de los siguientes siete aspectos: materia prima, instalaciones, equipo, personal, proceso, producto terminado y mercado. Las pruebas correspondientes pueden ser físicas, químicas o microbiológicas. Por lo anteriormente expuesto es conveniente aclarar que los análisis microbiológicos serán más bien ocasionales y deberán hacerse al azar (pruebas de desafío). Los registros correspondientes deberán ser firmados por la persona que los realice y por el responsable del área de aseguramiento de la empresa (31).

5) Establecer la acción correctiva a seguir cuando se identifique una desviación al monitorear el control de un punto crítico.-

Su propósito es eliminar el riesgo actual o potencial derivado de la desviación del plan y así asegurar al producto involucrado. Por su naturaleza y características, las acciones correctivas deben confeccionarse para cada control de punto crítico dentro del plan HACCP, y al mismo tiempo cada acción debe cumplir con el principio de demostrar que se ha llevado el control del punto crítico nuevamente a niveles de control. Tales acciones deberán ponerse por escrito e integrarse al plan HACCP. En los casos necesarios, tanto el plan original como los registros y las correcciones deberán ponerse a la consideración de los

organismos del Estado correspondientes para su conocimiento o aprobación. En caso de que ocurra una desviación, el lote o producto afectado deberá ponerse en "retención" hasta en tanto se determine si se puede corregir o no. En caso negativo se dispondrá del producto de acuerdo a lo establecido en la legislación correspondiente. En caso de que la desviación no esté asociada con el aseguramiento no necesariamente se proporcionará esta información al Estado. En cualquier caso, la identificación de la desviación y la corrección aplicada deberán anotarse en el registro del Plan HACCP y mantenerse en archivo aún después de la fecha de conclusión de la vida de anaquel del producto (31)

6) Establecer sistemas efectivos de registro y archivo que documenten el plan HACCP.-

La empresa de alimentos debe contar con un expediente que contenga el plan HACCP junto con cualquier documentación relacionada con el control de puntos críticos, desviaciones críticas, acciones correctivas y disposición del producto. Algunas partes de este expediente podrán ser consultadas por las autoridades sanitarias (registros de control de puntos críticos). Los tipos de registros que se pueden utilizar para el sistema HACCP referentes a los ingredientes, son los siguientes:

- a) certificación documentada del proveedor de que cumple con las especificaciones del proceso;
- b) registro de auditoría y procesado, verificando el cumplimiento del proveedor;
- c) registro de temperatura de almacenaje para ingredientes sensibles a la temperatura; y
- d) registros de tiempo de almacenaje para ingredientes con vida de almacén limitada (31).

Registros relacionados con el aseguramiento del producto -

Registros y datos suficientes para establecer la eficacia de las barreras para mantener la seguridad del producto; registros y datos suficientes para establecer el aseguramiento de la vida de anaquel del producto; y documentación de la adecuación de los procedimientos y procesamiento expedida en conocimiento por una autoridad de proceso (31)

Registros para el proceso.-

Registro de todos los monitoreos al control de puntos críticos, y registros del sistema verificando la adecuación continua de los procesos (31).

Registros para el empaque -

Registros que muestren el cumplimiento de las especificaciones de los materiales de empaque, y registros que muestren el cumplimiento de las especificaciones de sellado (31).

Registros de almacenaje y distribución.-

Registros de temperatura, y registros que muestren que ningún producto fue embarcado después de la fecha de caducidad en productos sensibles a la temperatura (31).

Archivo de desviación -

Debe contener las modificaciones al archivo del plan HACCP indicando las revisiones aprobadas, los cambios en ingredientes, fórmulas, proceso, empaque y control de distribución según se hayan requerido (31).

7) Establecer procedimientos para verificar (auditor) que el sistema HACCP está trabajando correctamente.-

Esta verificación consiste en la aplicación de métodos, procedimientos y pruebas empleadas para determinar que el sistema HACCP está cumpliendo con el plan HACCP. En este caso, deberán participar tanto las

dependencias públicas implicadas como el productor y sirve para confirmar que se hayan identificado todos los riesgos al hacer el plan y/o que en la operación del plan, es decir, el sistema, en verdad se logre el aseguramiento del producto. Para ello se emplean mediciones físicas, químicas, organolépticas y pruebas de concordancia con los criterios microbiológicos establecidos. Algunas actividades de verificación pueden ser

- a) establecimiento de programas apropiados de inspección de la verificación;
- b) revisión del plan HACCP;
- c) revisión de las desviaciones y disposiciones;
- d) inspecciones visuales de las operaciones para observar si el control de los puntos críticos es efectivo;
- e) tomas de muestras al azar y su correspondiente análisis; y
- f) registro escrito de las inspecciones de la verificación que certifique el cumplimiento del plan HACCP y las acciones correctivas tomadas, entre otras (31).

Las inspecciones de la verificación deben hacerse en las siguientes circunstancias.

- a) rutinariamente o de improviso para asegurar que el control de puntos críticos seleccionados sea efectivo;
- b) cuando se determine que se requiera una cobertura intensiva de algún punto en especial debido a nueva información sobre aseguramiento del alimento en el que se requiera probar que el plan HACCP sigue siendo efectivo;

- c) cuando los alimentos producidos hayan sido implicados como vehículo de una enfermedad de origen alimentario; y
- d) cuando los requisitos sobre una base de consulta o criterios establecidos no se hallan alcanzado (31).

Los reportes de esta actividad deberán contener los siguientes elementos:

- a) existencia de un plan HACCP aprobado junto con la designación de la persona o personas responsables de administrar y mantener al día el mismo;
- b) registros firmados por la persona que monitorea y aprobados por el oficial responsable de la empresa, que incluyen los datos directos de monitoreo del control de puntos críticos en operación; la certificación de que el equipo de monitoreo esté bien calibrado y en buenas condiciones de trabajo, así como los procedimientos de desviación; y
- c) cualquier resultado de análisis realizado en atributos que confirme que el control de puntos críticos sea efectivo, incluyendo métodos físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos (31).

Etapas.-

Se considera que el sistema HACCP puede constar de las siguientes cuatro etapas:

- 1) Identificación y establecimiento de la severidad de los riesgos y peligros provenientes de la presencia de microbios y/o sus toxinas en alguna etapa o en alguna operación en el proceso de producción de alimentos, tomando en consideración tanto los procedimientos usados durante el procesamiento como la manera en que el producto puede ser manejado después de su elaboración ya sea antes de usarse como durante su uso;

- 2) Determinación de los PCC's requeridos para controlar una identificación de riesgos a un nivel aceptable;
- 3) Especificación de requerimientos de control y criterios de monitoreo para todos los PCC's, y
- 4) Verificación, por medio de pruebas adicionales se ha encontrado que la aplicación del sistema HACCP eleva la calidad del procesamiento de alimentos cuando ha sido instalado adecuadamente y así su funcionamiento correcto es continuo (3)

Otro enfoque al respecto, considera que el sistema HACCP está integrado por las ocho etapas siguientes,

- 1) Designación de un coordinador del sistema HACCP
- 2) Desarrollo de un diagrama de flujo
- 3) Conducción del Análisis de Riesgos
- 4) Identificación de los puntos críticos de control (PCC's)
- 5) Establecimiento de controles de inspección y monitoreo
- 6) Documentación con registros
- 7) Resumen con cartas de análisis del sistema HACCP, y
- 8) Establecimiento y continuación de un programa de capacitación para el personal

Cada una de tales etapas consiste, particularmente, en lo siguiente:

- 1) Una persona en particular debe tener la responsabilidad del sistema HACCP. Dicha persona debe tener una comprensión sólida de los

aspectos técnicos de producción con datos sobre microbiología. Quien coordine el sistema HACCP debe mantener vigente la lista de los nombres de las personas clave que pueden tener injerencia y responsabilidad en sus áreas de seguridad alimentaria. Es imperativa esta alta dirección o administración para sustentar, no sólo verbalmente, la implementación del sistema HACCP, así como para enlistar los nombres de todos los empleados que intervienen en el mismo;

- 2) Una carta de flujo es un diagrama que ilustra las etapas de elaboración de un producto. Puede incluir cada parte del equipo, ingredientes recibidos y otras actividades. La carta de flujo puede ser un diagrama simple o de tipo CAD (plano de ayuda computarizado). Los segmentos de la carta de flujo pueden ser expandidos para mostrar en detalle operaciones unitarias de los mismos. La pasteurización es un ejemplo. La carta de flujo auxilia en la definición de los PCC's en el proceso;
- 3) El Análisis de Riesgos es la identificación de cada ingrediente susceptible de contaminarse, así como de las áreas para el procesamiento, del ambiente o de cualquier otro. Para ejecutar el Análisis de Riesgos, es necesario observar todo el proceso, empezando con la materia prima cruda hasta el producto final. Es necesario seguir continuamente el proceso para determinar que puede o pudo pasar en la aparición de problemas de seguridad alimentaria y los riesgos involucrados en esto. Un individuo o equipo de especialistas con intuición, experiencia y un cierto nivel de entrenamiento técnico debe estudiar tanto el flujo de materiales como el ambiente para identificar los riesgos. Algunos riesgos son universales, incluyendo el interior de la planta productora de alimentos y el ambiente exterior, por ejemplo: paredes, desagüe de los pisos, calidad del equipo de aire, etc.; otros riesgos son peculiares y específicos del producto o de la línea de producción, por ejemplo: ingredientes, pasteurización, refrigeración, deshidratación, finalizado del producto, etc.; y

- 4) Identificación de los PCC's para cada riesgo en el diagrama de flujo. Los PCC's son procedimientos donde el control puede prevenir (evitar) o minimizar un riesgo y son identificados mediante símbolos en el diagrama de flujo. Existen diferentes códigos de símbolos usados para identificar el tipo de PCC: microbiológico, químico o físico. Por ejemplo, riesgos microbiológicos son controlados mediante prevención, riesgos químicos (presencia de antibióticos en alimentos) antes del procesamiento de la leche, y riesgos físicos mediante el uso de detectores de metales. La simbología correspondiente a tales riesgos es la siguiente:

C= riesgo microbiológico

H= riesgo químico y físico

Adicionalmente, existen PCC's universales, algunos de ellos se enlistan a continuación.

SIMBOLO

PCC's

C	H	Ingredientes, especificaciones de empaque
	H	Programa de luz negra (sacos de sal, materiales empacados)
C	H	Ingredientes, pruebas a los empaques, programa de aceptación/rechazo
	H	Ingredientes, registros de identificación de lote de los empaques
C	H	Ingredientes, sistemas de protección del empaque durante el almacenamiento
	H	Ingredientes, utilización de registros de empaque
C	H	Programa de buenas prácticas de manufactura (BPM/GMP)
C	H	Seguridad durante el almacenamiento en el trabajo
C	H	Programa de codificación e identificación de recipientes
C	H	Especificaciones del producto terminado
C	H	Pruebas al producto final, programa de aceptación/rechazo
C		Temperatura de almacenamiento en frío

- C H Registros completos sobre el destino de los envíos
- C H Procedimientos de limpieza y sanitización del equipo
- H Programa de inspección de filtros, cancelas y detector de metales
- C Programa de revisión y registro de la exactitud de los termómetros PCC
- C Presión de aire intralocales

El Comité Consultivo Nacional sobre Criterios Microbiológicos en Alimentos en E.U.A., ha reconocido, además de lo anterior, la tendencia a incluir dentro de los programas HACCP puntos de control donde no hay riesgos. Las categorías más frecuentemente usadas se originan por la calidad, la economía y la legislación; ejemplos de esto son el sabor, lo redituable y los estándares de composición. Existe interés por parte de algunos empleadores del sistema HACCP de incluir puntos de control disminuidos donde no hay peligros en un intento enfocado a lograr la seguridad alimentaria. Por otra parte, es una herramienta de manejo extremadamente provechosa para la comprensión del sistema HACCP, para mejorar la calidad, controlar los costos y cumplir permanentemente con los reglamentos;

- 5) La inspección y monitoreo de los riesgos a través de los PCC's sobre la línea de producción puede asegurar que la actividad está bajo control y que existe un alto nivel de certidumbre en que el producto en este punto es seguro. En la secuencia de producción es esencial que el producto en desarrollo sea seguro antes de entrar al siguiente paso en su elaboración. El Análisis de Riesgos determina el grado de peligro, la probabilidad de que un peligro aparezca o suceda, mediante el PCC correspondiente. Con base en los riesgos y peligros, es necesario determinar los procedimientos de monitoreo a utilizar, su frecuencia, quien es responsable de su aplicación y un plan de contingencia, para aplicar acciones correctivas. El plan de inspección y monitoreo debe ser un documento escrito. Existen varios PCC's universales. Los procedimientos de inspección y monitoreo deben establecerse por escrito. Una vez que los riesgos han sido

identificados, la inspección y el monitoreo son fundamentales para el éxito de un sistema HACCP;

- 6) Los registros verifican la actividad tomando los PCC's usados para corregir problemas y para determinar el estado del producto en caso de queja o de interrogatorio legal. Es necesario determinar que información se va a registrar, la forma de hacerlo, así como la localización de los registros, estos últimos deben ser referidos con base en requerimientos legales específicos y por necesidades internas de la planta alimentaria;
- 7) Una carta que resuma los programas HACCP provee una guía completa para cada línea de producción, identifica los riesgos, controla el monitoreo y la frecuencia de éste, identifica a la persona responsable del programa y donde están los registros. Las cartas sirven como una excelente revisión y pauta para aquellos individuos directamente involucrados con el HACCP en la línea de producción de la planta alimentaria; y
- 8) Un paso muy importante para el éxito completo de un sistema HACCP es, propiamente, la capacitación individual. Es necesario tener un completo y continuo programa de entrenamiento. La dirección y los empleados deben tener responsabilidad en el programa y comprender que la seguridad alimentaria de su producto es esencial para la viabilidad de la empresa y, consecuentemente, para mantener el empleo (173).

Importancia.-

La importancia del sistema HACCP y su aplicación debe centrarse en el efecto que esta última tiene o puede tener en la salud pública, es decir, si la aplicación del sistema HACCP va a propiciar la elaboración de alimentos con la más alta calidad y seguridad, mediante la aplicación de un proceso productivo desde el punto de vista económico, es conveniente instaurarlo buscando el beneficio mutuo de productores y consumidores.

Los principios del sistema HACCP son universales para todas las operaciones relacionadas con la producción de alimentos dentro de este esquema, sin embargo, su aplicación es única para cada producto y para cada línea de producción. Los principios del sistema HACCP se aplican en las varias fases de producción y de distribución de los productos alimenticios. En principio, el sistema HACCP puede parecer abrumante, empero, muchos de los elementos de los sistemas de control actuales en la producción de alimentos encajan en el sistema HACCP así como en sus conceptos, asimismo, otros procedimientos son obsoletos y deben desecharse (173).

Relación con los criterios microbiológicos.-

A principios de la década de los ochenta en los E.U.A., la Academia Nacional de Ciencias así como el Instituto Nacional de Investigaciones (NRC), establecieron un subcomité referente a criterios microbiológicos en alimentos con el fin de recomendar un sistema unificado para la elaboración de alimentos seguros. En 1985, el subcomité ya citado publicó su reporte concluyendo que los criterios microbiológicos pueden no ser necesarios si la industria alimentaria adopta el sistema HACCP. La recomendación es que la adopción de este sistema por parte de la industria alimentaria sea obligatoria, si es que dicha industria no lo hace voluntariamente. En 1989, el Comité Consultivo Nacional sobre criterios microbiológicos para alimentos promovido por la USDA, la FDA, el National Marine Fishery Service y la US Army Natick R & D Center, desarrolló los procedimientos del sistema HACCP (173).

Relación con el concepto de BPM/GMP.-

Deben quedar bien establecidas las "buenas prácticas de manufactura" (BPM) (en inglés GMP, de Good Manufacturing Practice) de alimentos y adoptar el sistema HACCP, garantizando la aplicación de procedimientos para el control de calidad, con la finalidad de proporcionar productos alimenticios totalmente seguros. Los principios de las "buenas prácticas de manufactura" y del sistema HACCP, deben ser

aplicados a todo el proceso de producción para garantizar la seguridad de los alimentos (173)

Relación con el concepto de CSA/QSA.-

Tradicionalmente, los veterinarios han desempeñado una función importante en la producción y distribución de alimentos de origen animal, lo cual, sigue ocurriendo a la fecha. Por ejemplo, la inspección veterinaria de la carne ha contribuido de manera significativa en el bienestar de la población en el aspecto de la salud pública; hasta recientemente los métodos usados para este propósito fueron principalmente dedicados al control higiénico de equipo y locales, y a la inspección de los canales, de la carne y de productos de carne, este sistema de inspección veterinaria aún tiene gran valor, no obstante, también tiene algunos defectos u omisiones y debe ser complementado por un sistema de aseguramiento de la calidad en la producción animal. En un sistema tal, la atención debe ponerse en los aspectos de calidad, de seguridad y de aceptabilidad (CSA); en inglés, las iniciales que representan el concepto de QSA significan en dicho idioma, respectivamente:

Q.- Quality

S.- Safety

A.- Acceptability

Es decir, la relación entre los aspectos de calidad, de seguridad, y de aceptabilidad integran el concepto de CSA/QSA; en el cual, cabe aclarar que el aspecto de aceptabilidad se refiere a ésta por parte de la industria alimentaria para elaborar productos con la mejor calidad y seguridad de acuerdo al costo que esto represente. Dado que el sistema HACCP es por definición un sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de Puntos Críticos de Control en la elaboración de alimentos, y que la aplicación del concepto CSA/QSA también en la producción de alimentos puede representar beneficios tanto para productores como para consumidores, la aplicación del sistema HACCP relacionado con el concepto CSA/QSA en la producción de alimentos es evidentemente positiva, como ya se mencionó, tanto para productores como para consumidores; así, el

productor obtiene ganancias y el consumidor no pone en riesgo su salud (97).

Aplicación en la Industria alimentaria.-

Las industrias de la mantequilla y del queso han sido líderes dentro de la industria alimentaria en la adopción de los principios del sistema HACCP. En 1985, el interés en este sistema se incrementó debido al aislamiento de *Salmonella* en Canadá y de *Listeria* en los E.U.A., como contaminantes de alimentos, ante esto, los comités investigadores patrocinaron un seminario, en los E.U.A., sobre "buenas prácticas de manufactura" BPM/GMP en las industrias del queso y de la mantequilla, así como en el control de calidad y la seguridad de los alimentos. Los principios del sistema HACCP fueron discutidos en detalle (173).

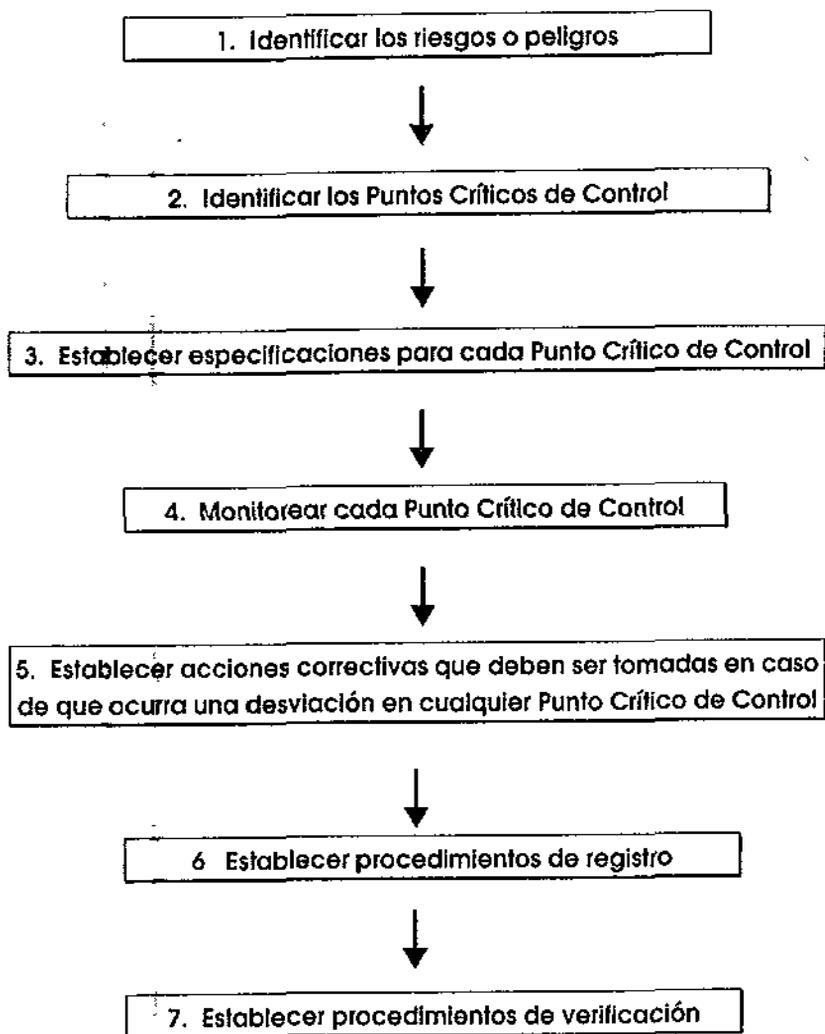
De esta manera, se ha propuesto aplicarlo al sistema alimentario incluyendo ambiente y proveedores, con el objeto de evitar la posible contaminación en el proceso de distribución completo y venta; así como garantizar el control del proceso alimentario a nivel de reventa incluyendo: facilidades y equipamiento, aire, agua, lavado de manos, descongelado o deshielo de alimentos, temperatura, controles, limpieza y esterilización, control químico, control de carcinógenos y metales pesados en alimentos preparados, minimización de pérdidas de nutrientes, mantenimiento de equipo, higiene personal, etc., (159).

Descripción del sistema HACCP.-

El sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control, se basa en identificar y evaluar los riesgos o peligros que puedan generarse en cada una de las operaciones del proceso de alimentos, y en definir las medidas preventivas o los medios necesarios para que esos riesgos o peligros no se generen o se presenten. El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos proporciona 7 principios que son la base en la cual puede apoyarse el industrial de alimentos para aplicar este método de control de calidad en el proceso de un alimento. Cada

principio es una etapa dirigida hacia la obtención de productos con calidad. A continuación se describe por partes dicho método (152):

LOS 7 PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS



Principio 1. Identificar los riesgos o peligros

Un riesgo o peligro es la probabilidad de que se desarrolle cualquier propiedad biológica, química o física inaceptable que pueda influir en la pérdida de las características del huevo deshidratado, así como afectar seriamente la salud del consumidor.

Se recomienda la elaboración de una lista de las operaciones en el proceso donde se presenten riesgos significativos, ya sea microbiológicos, físicos o químicos siendo necesario describir las medidas preventivas para el control de los riesgos.

Se deben analizar todas las operaciones del proceso del alimento, desde la materia prima hasta el producto terminado, incluyendo la elaboración, la distribución y el consumo.

En esta etapa se persiguen varios objetivos:

- Identificar, en el huevo crudo, la presencia de sustancias tóxicas, microorganismos patógenos o un número elevado de microorganismos alteradores, además de las condiciones que pueden permitir su desarrollo en el huevo;
- Identificar por medio del análisis, en cada operación del proceso, las fuentes potenciales y los puntos específicos de contaminación; y
- Evaluar los riesgos y la gravedad de los peligros identificados.

Para poder identificar los riesgos es necesario contar con la siguiente información:

- a. Descripción del huevo crudo (sus características físicas, químicas y microbiológicas);
- b. Descripción del huevo pasteurizado (sus características físicas, químicas y microbiológicas);

- c. Identificar el uso que se le dará al huevo en polvo; y
- d. Diagrama de flujo del proceso que contemple todas las operaciones del mismo, desde la recepción de materia prima hasta el consumo del producto.

Principio 2. Identificar los Puntos Críticos de Control (PCC's)

Un PCC (Punto Crítico de Control) es cualquier procedimiento u operación del proceso, en donde la pérdida de control puede generar un riesgo de contaminación en el producto, y afectar la salud del consumidor

Los Puntos Críticos son característicos de cada proceso y no se pueden aplicar en otros procesos diferentes, ni siquiera al mismo proceso cuando éste se realiza en condiciones diferentes como la localización, medio ambiente, etc.

La información obtenida por el Análisis de Riesgos descrito en el principio 1 debe ser utilizada en esta etapa para identificar en que fase o fases del proceso existen Puntos Críticos de Control.

La Comisión Internacional para Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF) recomendó, en 1988, el establecimiento de dos tipos de Puntos Críticos de Control:

Punto Crítico de Control 1 (PCC1), donde se efectúa un control completo de un riesgo potencial y por lo tanto se elimina el riesgo que existe en esa etapa en particular, por ejemplo los procesos de pasteurización y esterilización.

Punto Crítico de Control 2 (PCC2), donde sólo se lleva a cabo un control parcial, por lo que es posible reducir la magnitud del riesgo, por ejemplo el almacenamiento frío de huevo crudo.

En esta etapa se determinan las operaciones del proceso que deben controlarse, para eliminar o disminuir la presencia de riesgos.

A fin de facilitar su identificación puede utilizarse un árbol de decisiones; deben contemplarse las operaciones del proceso, materia prima, envase, operarios, lugares de elaboración, instalaciones, equipos, etc.

Posteriormente, en el diagrama de flujo del proceso, indicar todos los puntos críticos que se hayan identificado y especificar las condiciones de proceso para cada operación o etapa.

Los árboles de decisiones para identificar los Puntos Críticos de Control se muestran en los diagramas siguientes:

DIAGRAMA 1

Árbol de Decisiones Para la Identificación de los Puntos Críticos de Control (JOUVE / ILSI EUROPE, 1991) (152)

1 Para cada materia prima o ingrediente utilizado

Para determinar si una materia prima o un ingrediente de un alimento es un PCC, es preciso contestar la pregunta 1 (P1) y, si es necesario, la pregunta 2 (P2)

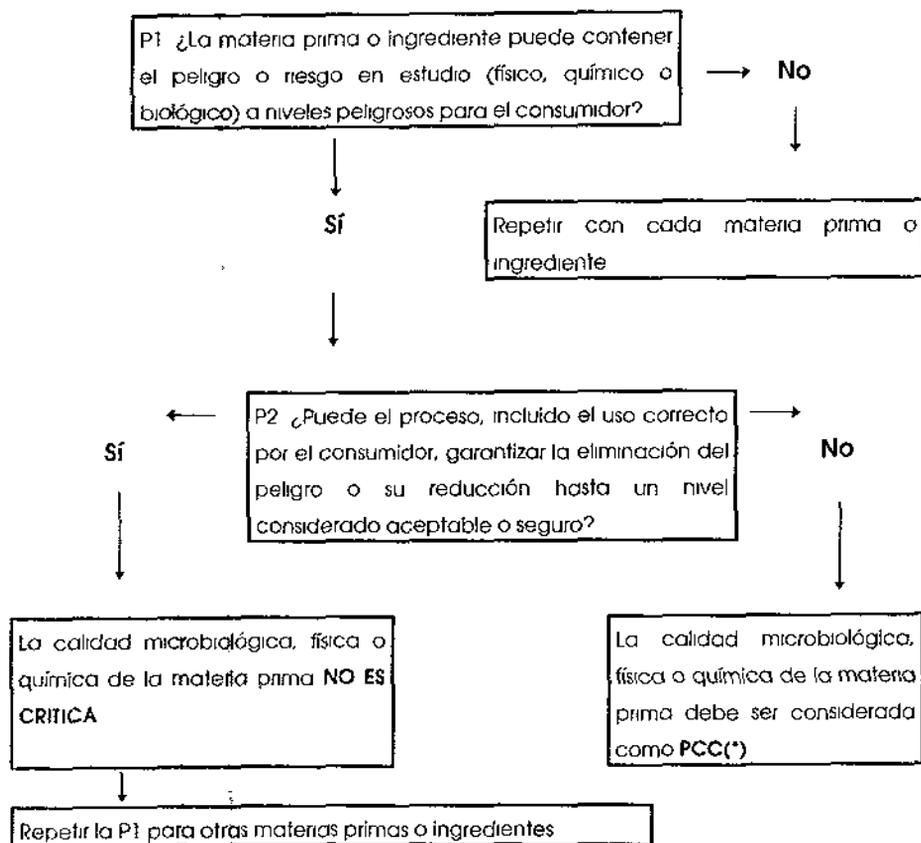
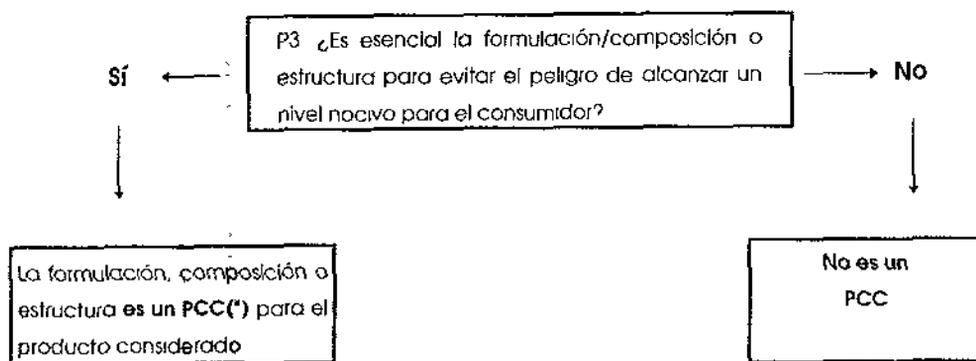


DIAGRAMA 2

Árbol de Decisiones Para la Identificación de los Puntos Críticos de Control (JOUVE / ILSI EUROPE, 1991) (152)

2. Para cada producto intermedio considerado en cada etapa de la fabricación y para el producto terminado



NOTA: PCC (*) PARA LOS DIAGRAMAS 1, 2 Y 3; CUANDO SE DETERMINE QUE ES UN PUNTO CRÍTICO DE CONTROL (PCC), DEBE CONSIDERARSE LO SIGUIENTE:

- CUANDO SE ELIMINA TOTALMENTE EL RIESGO = PCC1
- CUANDO SE REDUCE PARCIALMENTE O SE CONTROLA EL RIESGO = PCC2

DIAGRAMA 3

Árbol de Decisiones Para la Identificación de los Puntos Críticos de Control (JOUVE / ILSI EUROPE, 1991) (152)

3. Para cada etapa de la fabricación

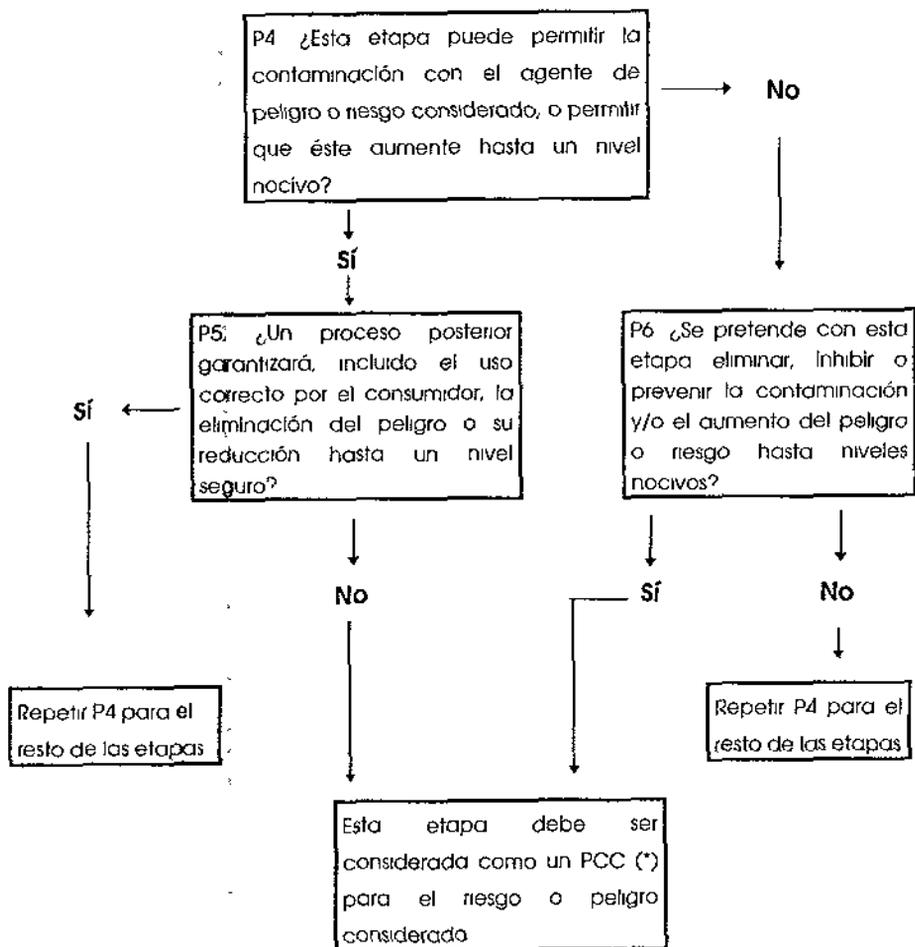
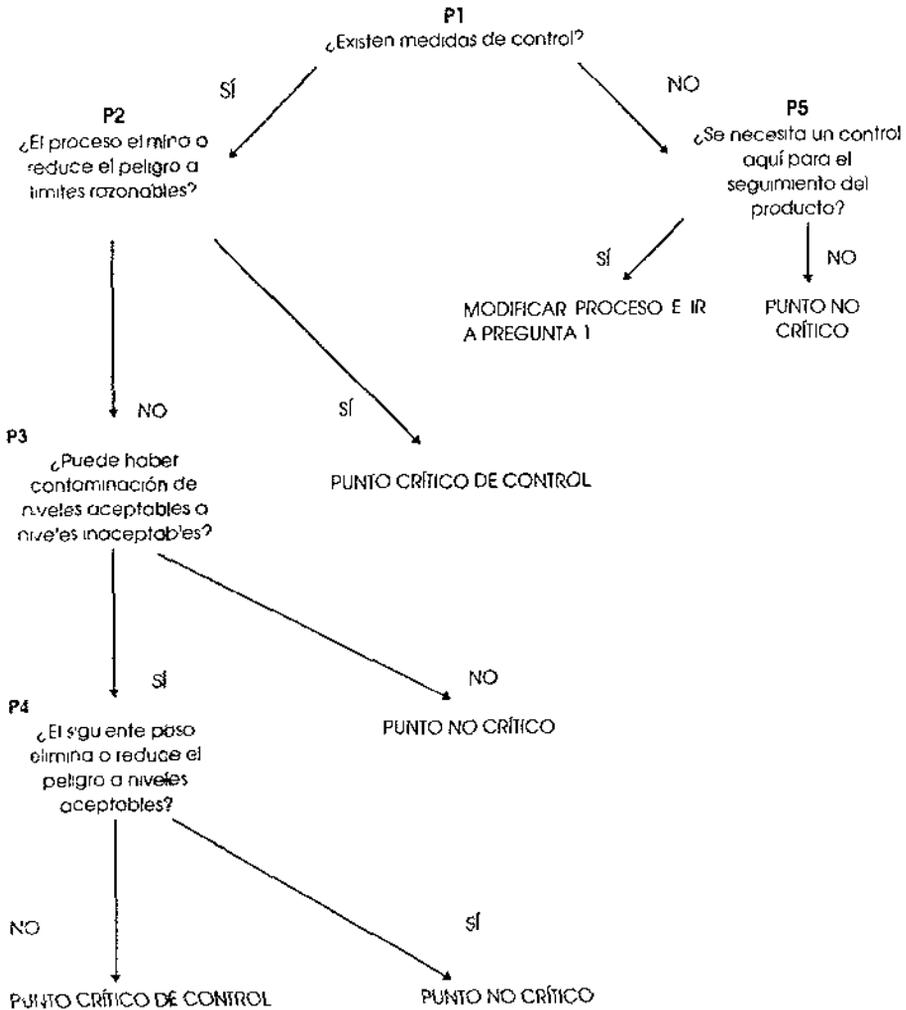


DIAGRAMA 4

Árbol de Decisiones Para la Identificación de los Puntos Críticos de Control (137)

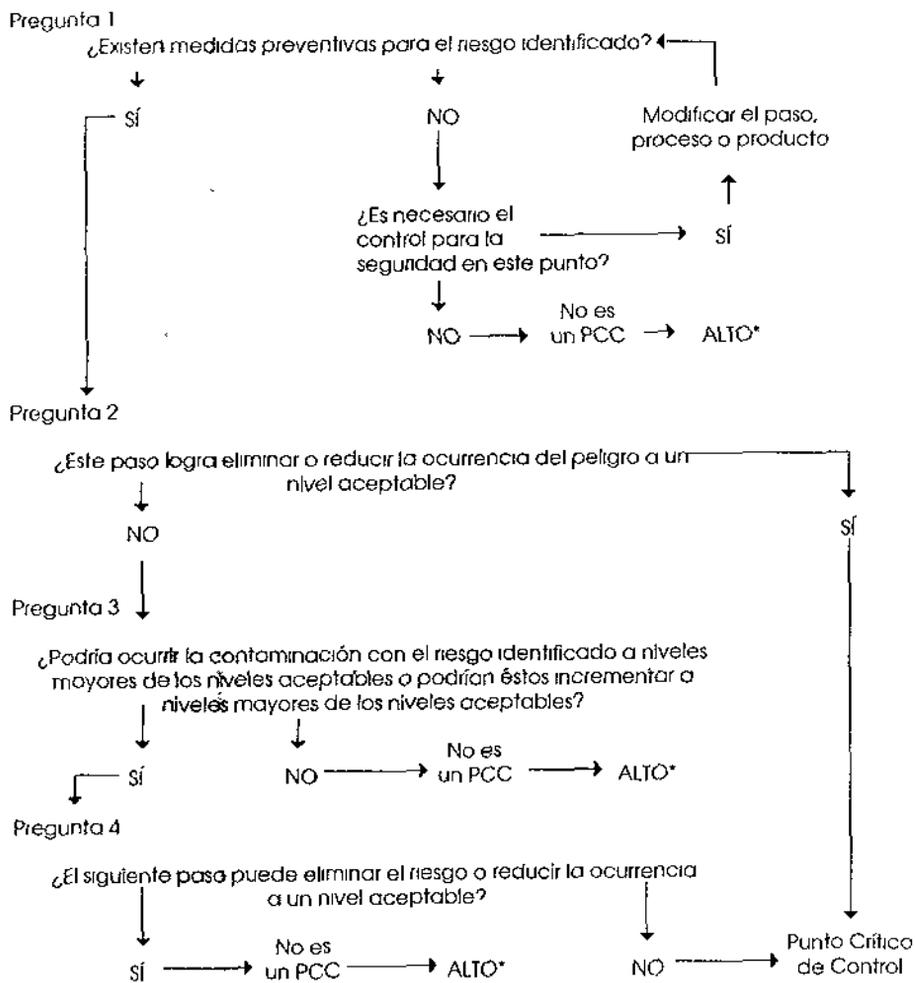


Fuente: Curso Garantía de la Calidad en la Industria Alimentaria, Octubre 23 al 27 de 1995,

UNAM, PUAL, ATAM

DIAGRAMA 5

Árbol de Decisiones Para la Identificación de los Puntos Críticos de Control (158)



* = continuar con el siguiente paso en el cuadro de flujo de procesos de la planta

Fuente: Brad Collins, Gold Kist Inc

Principio 3 Establecer especificaciones para cada Punto Crítico de Control identificado

Es necesario establecer tolerancias o especificaciones para cada Punto Crítico de Control (PCC) que indicarán que la operación designada como Punto Crítico se encuentra bajo control.

Es necesario cubrir aspectos como, rango de temperatura y tiempo para la pasteurización, dimensiones físicas, humedad, actividad acuosa (Aw), pH, grasa, proteína, acidez titulable, máximo nivel tolerable de residuos de antibióticos, concentración de sal, densidad; características sensoriales como textura, aroma, sabor, color y apariencia visual; así como microbiológicos (límites de mesófilos aerobios, organismos coliformes totales, etc.). Estas especificaciones pueden ser obtenidas con base en normas oficiales, literatura especializada, estudios y datos experimentales.

Todas las especificaciones tienen el propósito de determinar si una operación está bajo control en un punto crítico.

Principio 4. Monitorear cada Punto Crítico de Control

El monitoreo es una secuencia planeada de observaciones o mediciones para establecer si un Punto Crítico está bajo control, este monitoreo debe ser capaz de detectar cualquier desviación de lo especificado o programado, de manera que permita tomar medidas correctivas rápidamente; se deben establecer de antemano las acciones de monitoreo que se llevarán a cabo, además de asignar a quién y cómo las hará, así como cada cuando se realizarán.

Se recomiendan los siguientes tipos de monitoreo:

- a) Observaciones
- b) Análisis sensoriales
- c) Análisis físicos

- d) Análisis químicos
- e) Análisis microbiológicos

El monitoreo puede hacerse, por ejemplo, una vez cada turno de trabajo, cada hora o inclusive continuamente.

Los procedimientos seleccionados a monitorear deben reflejar las condiciones en las que se encuentra operando el punto crítico, es decir, si se encuentra dentro de las especificaciones establecidas para tomar medidas rápidas y efectivas.

Principio 5. Establecer acciones correctivas que deben ser tomadas cuando el monitoreo indica que hay una desviación en un Punto Crítico de Control

Las acciones correctivas deben ser claramente definidas antes de llevarlas a cabo y la responsabilidad de las mismas deberá asignarse a una sola persona, estas acciones persiguen los siguientes objetivos:

- a) Conocer el destino de un producto rechazado;
- b) Corregir la causa del rechazo para asegurar que el Punto Crítico de Control esté de nuevo bajo control, y
- c) Mantener registros de las acciones correctivas que se tomaron.

Se han establecido diversos modelos de hojas control en las cuales se identifica cada Punto Crítico y se especifica la acción correctiva a seguir en caso de desviación.

Únicamente el personal que tiene pleno conocimiento del producto, proceso y plan del Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control es el indicado para definir las acciones correctivas, éstas deben también registrarse en las hojas de control aplicadas.

Principio 6. Establecer Procedimientos de Registro

Es necesario tener registros de la materia prima, el proceso y el producto, ya que éstos van a permitir evaluar cuáles son los problemas que se han presentado y si los Puntos Críticos se encuentran bajo control.

Es necesario tabular los registros en la hoja de control, en donde estará la información que se requiere para mantener bajo control los Puntos Críticos, al tener la seguridad de que se cumple con las especificaciones que se han establecido.

El registro se hace aún más importante cuando las dependencias gubernamentales, encargadas de la regulación sanitaria, adopten un método de control como lo es el Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control.

Es factible que en el futuro las verificaciones se enfoquen a la revisión de los Puntos Críticos de Control.

Principio 7. Establecer Procedimientos de Verificación

La verificación tiene como finalidad determinar si el plan desarrollado para la aplicación de método de HACCP está de acuerdo con el diseño original.

La verificación puede incluir la revisión de los registros de los análisis microbiológicos, químicos y físicos.

Estos procedimientos pueden usarse cuando este método de control de calidad se aplica por primera vez, así como también como parte de la revisión continua de un plan establecido con anterioridad.

Secuencia para la aplicación del sistema HACCP.-

La etapa inicial implícita en la instrumentación de cualquier sistema, que tenga como propósito mejorar la calidad de un producto o servicio, es el

compromiso del dueño o principal directivo de la empresa con la calidad; si no existe tal compromiso, las inversiones requeridas en recursos humanos, procedimientos, equipos e instrumentos chocarán contra una barrera de "otras prioridades" que disminuyen severamente las probabilidades de éxito.

La aplicación del sistema de HACCP requiere de la ejecución de ciertas etapas; así, es necesario realizar las tareas que se indican en la secuencia lógica que se detalla a continuación:

- A. Formar el equipo que se encargará del Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control.
- B.- Descripción del producto.
- C. Identificar el uso que le dará el consumidor al producto.
- D. Elaborar un diagrama de flujo del proceso.
- E. Análisis sistemático de los riesgos asociados a cada operación del proceso y las medidas preventivas para controlar los riesgos.
- F. Identificación de los Puntos Críticos de Control del proceso aplicando el árbol de decisiones del HACCP.
- G. Elaborar un diagrama de flujo con los PCC's identificados.
- H. Establecer especificaciones para cada Punto Crítico de Control.
- I. Establecer procedimientos de monitoreo para cada Punto Crítico de Control.
- J. Establecer acciones correctivas.
- K. Establecer procedimientos de registro y documentación.
- L. Elaborar Hojas de Control.
- M. Establecer procedimientos de verificación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(O.E.)

- 1) DETERMINAR EL ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

- 2) DESCRIBIR COMO DETERMINAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

- 3) ESTABLECER UN PLAN BASADO EN EL SISTEMA HACCP PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

- 4) DESCRIBIR COMO DETERMINAR LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

- 5) CONTRIBUIR DOCUMENTALMENTE A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS SANOS, HIGIÉNICOS Y DE ALTA CALIDAD

PROPUESTA TEÓRICA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

La mayor información que se tiene acerca de la propagación de microorganismos causantes de enfermedades zoonóticas, tales como *Salmonella*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Listeria*, aeromonas y otros presentes en la cadena alimentaria, hace evidente que la gran mayoría probablemente proviene de la producción primaria, es decir, de la granja, la cual se considera la principal fuente de microorganismos en el producto final, a menos que éste se contamine en las etapas posteriores del proceso de producción. Los organismos mencionados poseen diferentes habilidades para establecer ciclos de enriquecimiento en la cadena alimentaria para suplementarse ellos mismos (su alimento) o para reforzar su presencia en el alimento final listo para comer. Cada parte de la cadena alimentaria, en su turno, debe ser sometida al sistema HACCP (157).

La inspección de las fuentes de materia prima debe ser usada o aplicada de la manera más efectiva. La seguridad relativa de los estándares tanto para el producto terminado como para los Puntos Críticos en el procesamiento necesita ser resuelta. La industria avícola debe aplicar controles a los procesos para encontrar estos estándares. Los inspectores deben aplicar el monitoreo a las operaciones controladas (132).

(O. E. 1)

La aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo (o deshidratado) incluye todas las etapas del proceso de elaboración de este producto, desde la obtención de materia prima hasta el consumo del producto final de acuerdo a las instrucciones correspondientes y a posibles usos inadecuados por parte del consumidor; en general, estas etapas son: recepción del huevo líquido procedente de huevos rotos de desecho (materia prima), clarificado, vaciamiento del huevo con tamiz de por medio en un contenedor adecuado, homogeneización del huevo tamizado, adición de agua y tratamiento enzimático, homogenización del huevo tamizado adicionado con agua y tratamiento enzimático,

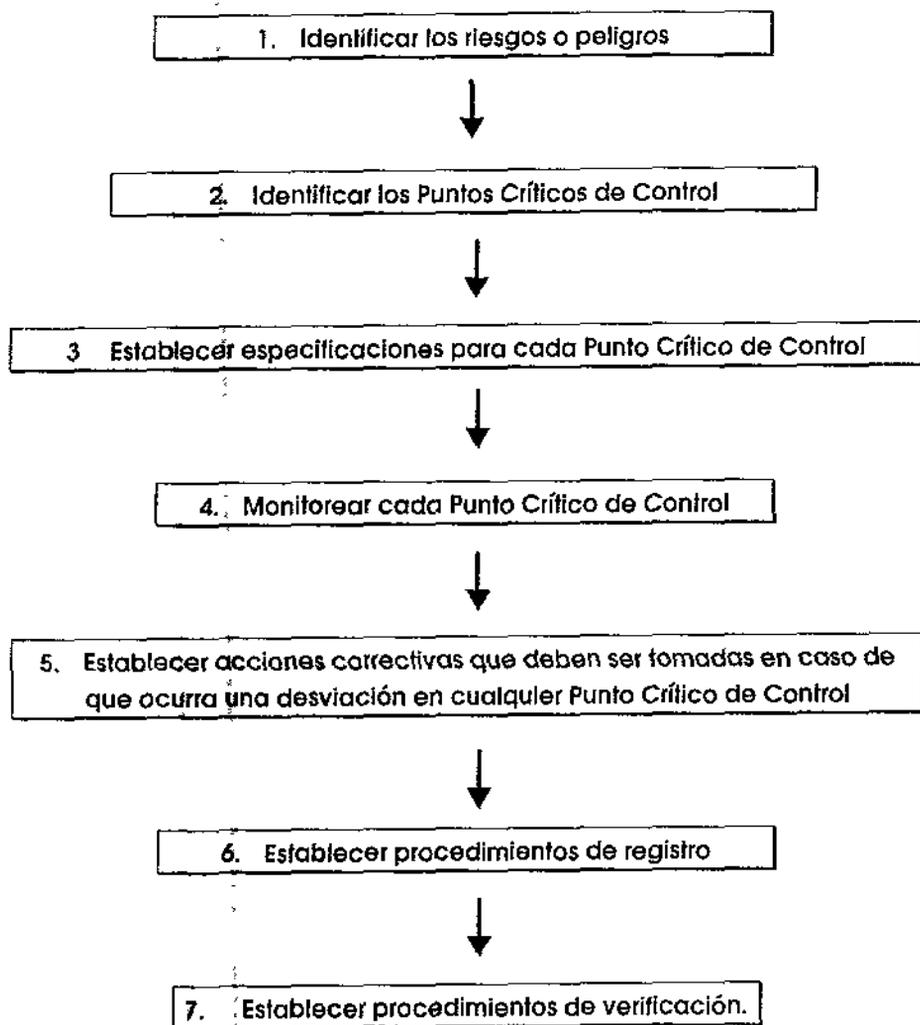
transporte de esta mezcla previa pasteurización al interior del deshidratador de alimentos, obtención del huevo ya deshidratado, inmediato empaquetado del producto obtenido en recipientes de plástico o de metal adecuados para este fin, lotificación y fechado de producción y de caducidad impresas en los paquetes individuales conteniendo el huevo en polvo fáciles de identificar, almacenamiento del producto terminado, distribución y venta del producto, y consumo del producto final

A este respecto, se considera que los huevos crudos pueden contener regularmente *Salmonella*, por lo que deben ser usados sólo huevos pasteurizados, o sus derivados, como componentes, por ejemplo, de comidas que previamente no hayan recibido tratamiento con calor, o que lo hayan recibido por debajo del nivel correspondiente a la pasteurización después de la adición de los huevos o de sus productos. En este contexto, la compra u obtención de alimentos crudos se considera como un PCC; de esta manera, la calidad y confiabilidad de los proveedores, así como la seguridad y consistencia en las condiciones de transporte, son factores necesarios para garantizar la seguridad en el abastecimiento de tales alimentos. Así, los alimentos deben ser comprados a proveedores con buena reputación y deben ser incluidas, dentro de las condiciones de compra, especificaciones referentes a tratamiento calórico, riesgos de los alimentos precocinados y/o industrializados, temperatura máxima durante el transporte, fecha de elaboración, fecha de caducidad, etc. Asimismo, las condiciones de almacenamiento para alimentos perecederos se consideran en conjunto como un PCC, al determinar éstas niveles de crecimiento microbiano en los productos, así como los riesgos de contaminación cruzada de unos alimentos crudos hacia otros. Los alimentos crudos deben ser almacenados a una temperatura de refrigeración de entre 0°C y 5°C. Los alimentos congelados deben almacenarse a una temperatura máxima de -18°C. Los alimentos crudos como los huevos, deben ser almacenados de tal manera que se evite su contaminación por otros alimentos crudos o no crudos. Los alimentos deben tener marcada o rotulada la fecha de elaboración para asegurar su rotación de acuerdo al sistema primeras-entradas/primeras-salidas. Los alimentos crudos como los huevos, son especialmente riesgosos y deben

ser preparados en áreas definidas, las cuales, en su caso, deben estar separadas por medios físicos o por distancia de las áreas destinadas a la preparación de alimentos. El método de separación debe ser determinado por el tipo y volumen de los alimentos crudos, así como por las medidas y leyes concernientes a este tipo de establecimientos. Por otra parte, las condiciones de descongelado de alimentos determinan el nivel de crecimiento microbiano en productos congelados, así como el nivel de contaminación cruzada proveniente del ambiente y de otros productos. Un descongelado incompleto de los alimentos, en este caso, del huevo, puede conducir a un deficiente proceso de pasteurización-deshidratación. El descongelamiento de los alimentos crudos debe ser completo y realizado de tal manera, que la temperatura del producto no exceda los 10°C antes de ser cocinado o pasteurizado-deshidratado, evitando además la contaminación del medio ambiente. En cuanto a las superficies de trabajo, éstas deben lavarse con agua en una adecuada relación de tiempo y temperatura, en estas condiciones se asegura la inactivación de patógenos vegetativos, por ejemplo, agua a 72°C durante 15 segundos. Las superficies limpiadas a mano, deben ser desinfectadas mediante el uso de un desinfectante químico que tenga una concentración adecuada y durante un tiempo de contacto también adecuado (ver tablas 7 y 8). Además de esto, las superficies deben aparecer limpias a la vista después de completar el proceso de lavado (21, 137).

En este contexto, la aplicación del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP), en la producción de huevo en polvo, consta de los siguientes principios:

PROPUESTA TEÓRICA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO



A continuación se muestra un ejemplo de cómo puede aplicarse el método HACCP en la elaboración de huevo deshidratado; hay que tener en cuenta que cada industria debe adecuar este método con base en su proceso de producción.

A FORMACIÓN DEL EQUIPO HACCP

Como se estableció anteriormente, la primera etapa es integrar el equipo de trabajo que va a aplicar el sistema HACCP; el equipo debe ser formado por personas que tengan conocimientos en microbiología del huevo, procesos de alimentos, maquinaria, equipo e instrumentos, higiene industrial y control de calidad, entre otros. De igual forma se debe contar con una persona que conozca y maneje la aplicación del Análisis de Riesgos, así como mostrar liderazgo y saber trabajar en equipo para garantizar una buena y eficaz aplicación del sistema HACCP. Una vez implantado el sistema HACCP, el equipo deberá reunirse semanalmente y discutir los problemas que se tengan con base en los registros obtenidos y archivados para su análisis y toma de medidas preventivas correspondientes.

B DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

HUEVO

Formación -

La formación del huevo se inicia en el ovario y se termina en el oviducto de la gallina, en la cual, el ovario izquierdo es el funcional y está situado en la cavidad abdominal cerca de la columna vertebral. Al nacer una pollita, su ovario izquierdo contiene aproximadamente entre 3 000 y 4 000 óvulos diminutos, de los cuales pueden desarrollarse yemas completas al llegar la ave a la madurez sexual, la cual, se inicia entre las 20 y las 23 semanas de edad. Cada óvulo está rodeado por una membrana de paredes delgadas llamada foliculo, esta membrana se une al ovario por medio de un pedúnculo. Este foliculo contiene una vasta red de vasos sanguíneos que suministran los materiales constitutivos de la yema. Cuando el ave

A continuación se muestra un ejemplo de cómo puede aplicarse el método HACCP en la elaboración de huevo deshidratado; hay que tener en cuenta que cada industria debe adecuar este método con base en su proceso de producción.

A FORMACIÓN DEL EQUIPO HACCP

Como se estableció anteriormente, la primera etapa es integrar el equipo de trabajo que va a aplicar el sistema HACCP, el equipo debe ser formado por personas que tengan conocimientos en microbiología del huevo, procesos de alimentos, maquinaria, equipo e instrumentos, higiene industrial y control de calidad, entre otros. De igual forma se debe contar con una persona que conozca y maneje la aplicación del Análisis de Riesgos, así como mostrar liderazgo y saber trabajar en equipo para garantizar una buena y eficaz aplicación del sistema HACCP. Una vez implantado el sistema HACCP, el equipo deberá reunirse semanalmente y discutir los problemas que se tengan con base en los registros obtenidos y archivados para su análisis y toma de medidas preventivas correspondientes.

B DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

HUEVO

Formación -

La formación del huevo se inicia en el ovario y se termina en el oviducto de la gallina, en la cual, el ovario izquierdo es el funcional y está situado en la cavidad abdominal cerca de la columna vertebral. Al nacer una pollita, su ovario izquierdo contiene aproximadamente entre 3 000 y 4 000 óvulos diminutos, de los cuales pueden desarrollarse yemas completas al llegar el ave a la madurez sexual, la cual, se inicia entre las 20 y las 23 semanas de edad. Cada óvulo está rodeado por una membrana de paredes delgadas llamada folículo, esta membrana se une al ovario por medio de un pedúnculo. Este folículo contiene una vasta red de vasos sanguíneos que suministran los materiales constitutivos de la yema. Cuando el ave

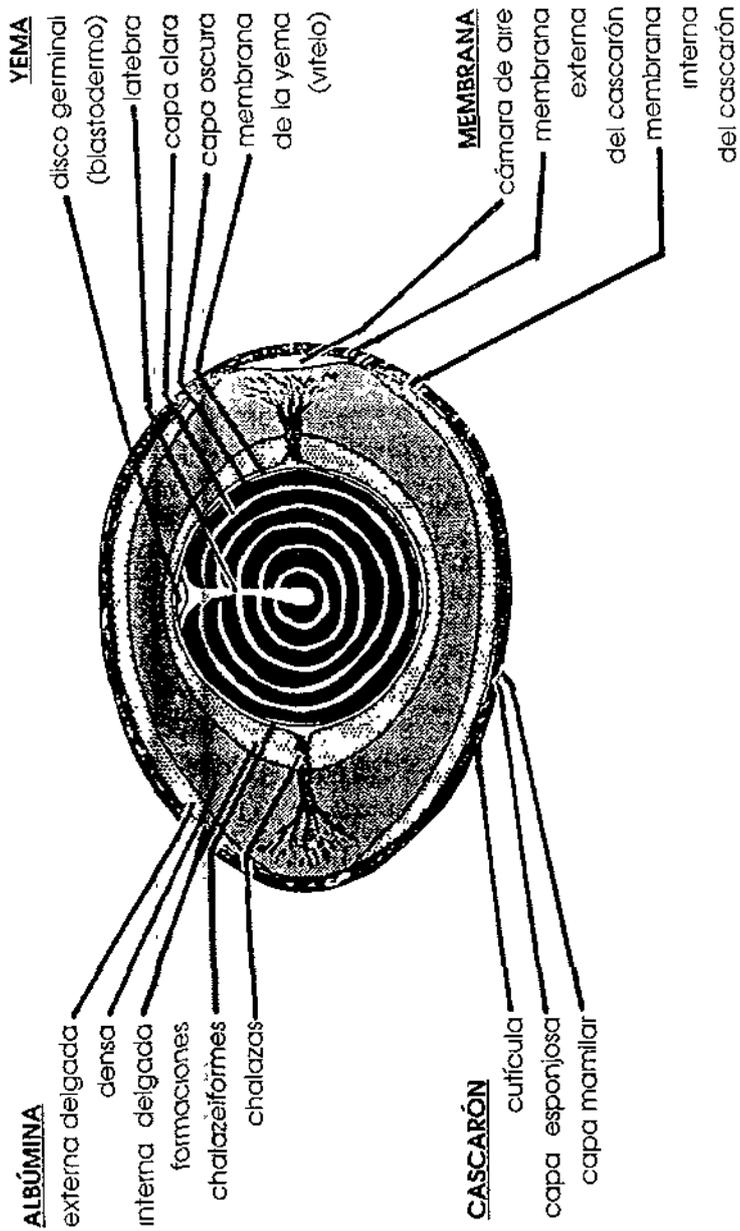
alcanza la madurez sexual y comienza a producir huevos, algunos óvulos se desarrollan y forman yemas maduras, la yema se desprende del folículo como consecuencia de la ruptura de su pared a lo largo de un pedúnculo llamado estigma. Después de desprenderse la yema es recogida por el pabellón, este último también llamado infundíbulo o trompa del oviducto, pasa sometida a presión constante a través del oviducto cuyas glándulas producen la clara. En el istmo se forma la membrana testácea y en el útero la llamada cáscara caliza o cascarón, esta última procede de la secreción de las glándulas uterinas. En una gallina normal, todo el proceso se completa en algo más de 24 horas, el huevo ya elaborado sale de la gallina a través de la cloaca (27, 40)

Partes.-

En general, de afuera hacia adentro las partes del huevo son las siguientes

- 1) Cascarón.- Consta de cutícula, capa mamilar y capa esponjosa formada de carbonato de calcio
- 2) Membranas.- Integradas por membrana externa del cascarón y membrana interna del cascarón. Entre la membrana interna del cascarón y el polo obtuso del mismo se forma la llamada cámara de aire en la parte interna del huevo
- 3) Albúmina o clara.- Formada por clara delgada externa, clara densa media y clara delgada interna, además por chalazas y formaciones chalazeiformes
- 4) Yema - Formada por un disco germinal también llamado blastodermo, membrana de la yema o vitelo, capa oscura de la yema, capa clara de la yema y de afuera hacia el centro de la yema por la latebra (125).

FIGURA 2



Más específicamente, se tiene que de acuerdo a diversos factores, las partes del huevo presentan las siguientes características:

- Cutícula.-

El cascarón está cubierto por una estructura llamada cutícula que forma una capa protectora. Es la placa más externa y está compuesta de materia orgánica llamada mucina. Su función es impedir la entrada de partículas líquidas o sólidas y así evitar la contaminación microbiana del interior del huevo (101).

- Cascarón -

La cáscara o cascarón consta de cutícula, capa caliza y membrana testácea o fáfara. La cutícula constituye una fina película adherida a la capa caliza. La capa caliza tiene un grosor de 0.2 a 0.4 mm y es la que da al huevo su forma, consta de tres estratos de cristales calcáreos ordenados de manera distinta y está atravesada por 6 000 a 8 000 finos canales (más de 7 000 según Günter, 1965) que desembocan en forma de poros y sirven para el intercambio gaseoso. La cara superficial presenta aspecto granuloso, que depende del tamaño de los poros y de la integridad de la cutícula. La cáscara está coloreada de manera distinta según la raza de la gallina, puede estar pigmentada por diversas tonalidades que van desde el blanco al marrón, en ciertas razas, el color depende grandemente de la producción de pigmentos; esto no está relacionado con el valor nutritivo del huevo y no es alterado normalmente por la nutrición de la gallina, la coloración de la cáscara carece de importancia bromatológica. En determinadas circunstancias, la inclusión en el alimento de sustancias como la nicarbacina puede interferir con la producción de estos pigmentos, produciendo huevos blancos en las razas que normalmente los ponen oscuros, esto no se considera como un fenómeno nutritivo. En el caso de las ponedoras de huevo marrón o rojo, la mayoría de los pigmentos del cascarón se encuentran en la cutícula y en la porción exterior calcificada, la suspensión prematura de la formación de la cutícula o la descarga de hormonas relacionada con la tensión, como es el caso de la epinefrina, resultará en la producción de huevos con

cascarones pálidos; la edad del ave, el uso de ciertos agentes quimioterápicos y la presencia de enfermedades también afectan la intensidad de la pigmentación, en este sentido, un sólo factor, especialmente la bronquitis infecciosa, no debe ser diagnosticado como el agente causante de la disminución de la pigmentación de los cascarones hasta no considerar todos los factores posiblemente involucrados. La calidad de la cáscara está en función de su espesor y estructura, que sea resistente a la rotura es un carácter ligado primordialmente a la herencia y en segundo lugar al contenido cálcico del alimento o ración, el principal factor nutritivo implicado en la buena formación de la cáscara es el calcio. Niveles adecuados de vitamina D son necesarios para la absorción del calcio y la posterior formación de la cáscara. El exceso de fósforo y la deficiencia de manganeso pueden producir cáscaras finas o débiles. Niveles excesivos de calcio en la ración llegan a causar depósitos del mismo localizados en la cáscara del huevo. Otros muchos factores no relacionados con la ración pueden causar problemas en la calidad de la cáscara, éstos incluyen la enfermedad de Newcastle y la bronquitis infecciosa, temperatura ambiental elevada, la genética y edad de las aves. Los alimentos balanceados usuales para ponedoras contienen suficiente calcio, y aún en caso de ser excesiva la proporción del mismo, no puede evitarse la formación de cáscaras defectuosas cuando la predisposición genética lo determina. La solidez de la cáscara disminuye hacia el final del período de postura, algunas gallinas llegan a producir cáscaras más resistentes después del período de pelecha o muda. La solidez de la cáscara depende en gran parte de su grosor. (16, 99, 100, 141).

En la cara interna de la cáscara caliza se encuentra la membrana testácea que ya no está atravesada por poros. Se compone de una capa interna y otra externa que se hallan íntimamente unidas salvo en una zona, que es el polo obtuso del huevo; allí se separan formando la cámara de aire, la cual, se forma como consecuencia del enfriamiento del contenido del huevo después de su expulsión por la cloaca, originando un espacio aéreo en forma de casquete esférico. Esta cámara aumenta de tamaño durante el almacenamiento y posteriormente sigue haciéndose mayor, según la duración y condiciones del depósito. A una temperatura

ambiente de 20° C la cámara de aire presenta una altura de 1 a 2 mm, aumentando de tamaño al hacerse mayor la edad del huevo y dependiendo de la temperatura y grado higrométrico del local en que esté almacenado el mismo (40, 100).

El cascarón del huevo tiene que ser lo más fuerte posible para que el máximo número de huevos llegue al mercado. Hay muchos elementos relacionados con la calidad del huevo, incluyendo dieta adecuada, problemas de salud de la parvada, prácticas de manejo, condiciones del ambiente y la genética. La mayoría de las cáscaras de huevo de buena calidad de las ponedoras comerciales contienen aproximadamente 2.2 gramos de calcio en forma de carbonato cálcico. Alrededor del 95% de la cáscara seca es carbonato cálcico que pesa 2.2 gramos. La cáscara normal contiene 0.3 gramos de fósforo y 0.3 gramos de magnesio, así como trazas de sodio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre. Si se quita el calcio del cascarón, lo que resta es la matriz de materia orgánica. Esta materia orgánica tiene propiedades para ligar calcio y organizarlo durante la formación de la cáscara influyendo en la fortaleza de la misma. Se tiene que depositar esta materia orgánica en tal forma que el tamaño y la organización de los componentes cristalinos, principalmente carbonato cálcico, sean ideales formando así una cáscara fuerte. La mayor parte de la cáscara verdadera está hecha de largas columnas de carbonato cálcico. También hay otras zonas involucradas con la organización de la cáscara que le proveen solidez a ésta. Así pues, el espesor del cascarón es el elemento principal, pero no el único, que determina la fortaleza del mismo. A la fecha, el cambio de dieta es el principal método utilizado para corregir los problemas con la calidad del cascarón del huevo. Se prefiere los huevos con cáscara lisa porque los que la tienen áspera se quebran más fácilmente. Los huevos de tamaño grande comúnmente se fracturan más fácilmente que los huevos pequeños, la causa principal de esto es que genéticamente la gallina sólo tiene la capacidad de proveer una cantidad limitada de calcio a la cáscara. Conforme envejece la ponedora, los huevos aumentan de tamaño y la misma cantidad de calcio tiene que ser distribuida en un cascarón más grande. Controlar el consumo de alimento, por medio de cambiar la temperatura en la galera de las ponedoras, también influye en el tamaño del huevo. Una cáscara

gruesa no necesariamente es fuerte. A veces una cáscara delgada es más fuerte que una gruesa, esto debido a la forma y organización de los componentes orgánicos e inorgánicos del cascarón (18).

Se necesita proveer a la ponedora una buena nutrición para mantener la calidad del cascarón. Una gallina pone aproximadamente 250 huevos al año, lo que corresponde a una cantidad 20 veces mayor de la cantidad de calcio que existe en sus huesos en un momento determinado. Se puede calcular que durante las 20 horas que tarda en formarse la cáscara, se debe depositar 25 miligramos de calcio cada 15 minutos en la misma, esta cantidad de calcio es igual a la cantidad normal de ese elemento en el sistema circulatorio del ave en un momento determinado. La ponedora no es 100% eficiente en extraer el calcio de las diferentes fuentes del alimento, es por eso que muchas veces la dieta tiene que proveerle a la ponedora más de 4 gramos de calcio al día. En ocasiones no se conocen los valores de calcio disponibles en un alimento, se sabe que cuando estos son bajos entonces las ponedoras tienen que consumir más por día. Un alto contenido de fósforo y un exceso de cloro en el alimento pueden tener efectos adversos sobre la calidad del cascarón; es posible que estos dos elementos tengan un impacto adverso por medio de su influencia sobre el balance ácido-base (pH) de la sangre. En la formación del cascarón es de gran importancia el consumo adecuado de vitamina D, la cual es indispensable para la utilización correcta del calcio y del fósforo; sin embargo, un exceso de vitamina D y de sus metabolitos no benefician la calidad del cascarón cuando ya se ha estado consumiendo niveles adecuados de esta vitamina. Otras vitaminas así como minerales traza, cuando han sido incluidos en la dieta a niveles más altos de los requeridos por las gallinas, no han mejorado la calidad del cascarón. Comúnmente, la calidad de la cáscara no es un problema muy grande en los climas fríos en comparación con los climas calientes. Uno de los elementos que contribuyen a la mala calidad de la cáscara durante las épocas de calor es que las ponedoras no consumen bastante alimento. Algunas enfermedades causan problemas con la calidad de la cáscara, así se tiene que, por ejemplo, la laringotraqueítis no afecta la calidad de la cáscara pero sí el número de huevos producidos. Algunas enfermedades virales que pueden causar efectos graves en la calidad interior y exterior

del huevo son la enfermedad del síndrome de caída del huevo, la influenza aviar, la enfermedad de Newcastle y la bronquitis infecciosa. Se ha comprobado que el virus del síndrome de la caída del huevo sólo afecta la glándula de la cáscara, pero con la enfermedad de Newcastle y con la bronquitis infecciosa se afecta todo el aparato reproductivo (18).

Aún a bajas concentraciones, algunas sales minerales presentes en el agua de bebida disminuyen la calidad de la cáscara del huevo. Algunos trabajos experimentales han tenido como resultado indicaciones de que se necesitan concentraciones relativamente altas de sales minerales en el agua de bebida para que se produzca una reducción en la producción de huevos y que, a la fecha, existe suficiente evidencia que demuestra que una baja concentración de NaCl en el agua de bebida reducirá la calidad de la cáscara del huevo sin afectar otros aspectos de la producción (7).

La práctica de miraje u ovoscopia para el control de la calidad del huevo se remonta a fines de los años veinte y es una forma de descubrir tenues diferencias en el color y sombras de los contenidos de los huevos. También revela la presencia de grietas muy delgadas que pasan sin ser advertidas en el examen visual de rutina. En lo general, los huevos de aves jóvenes no muestran las variaciones de translucidez observadas en los huevos de aves más viejas. El cambio de posición del agua de los contenidos internos es un suceso reconocido y este fenómeno junto con los cambios estructurales ocasionan la translucidez. Muchos de los defectos del cascarón se inician durante el proceso de mineralización. La naturaleza de éstos y el grado de su presencia afectará el rendimiento del huevo en su doble capacidad como una capa protectora del embrión y como un empaque para beneficio del consumidor. La mayoría de los defectos son subestructurales y no pueden demostrarse por los procedimientos rutinarios de examen. Las manchas translúcidas en sí no indican la naturaleza del defecto estructural dentro del cascarón, pero claramente revelan la presencia del cambio estructural y en los huevos de parvadas más viejas señalan el deterioro de la calidad del huevo debido a la edad (161).

Se ha comprobado que el calcio distribuido en el agua como lactato de calcio es efectivo en mejorar la calidad de la cáscara del huevo cuando las fuentes dietéticas son inadecuadas (61).

A partir de un análisis que resume 44 trabajos de investigación, se encontró que la mayoría de la información sugiere que la concha de ostión o la piedra caliza como fuentes de CaCO_3 son igualmente efectivas para mejorar la calidad del cascarón (76).

En un trabajo de investigación se encontró lo siguiente:

- La formación del cascarón empezó de 9.5 a 11.0 horas después de la oviposición del huevo anterior, aumentó en forma lineal durante 13.0 horas y entonces se niveló en 1.5 horas antes de la oviposición
- La variación en la calidad del cascarón del huevo que se observó en dos grupos experimentales de gallinas fue de 75% atribuible a las diferencias en la tasa de la deposición del cascarón y 25% a la diferencia en la duración de la deposición del cascarón
- Los intervalos entre oviposiciones estuvieron positivamente correlacionados con la duración de la formación del cascarón, especialmente en las últimas etapas
- La producción del huevo estuvo negativamente correlacionada con el intervalo entre oviposiciones; más no con la duración o tasa de la deposición del cascarón. Existió una correlación negativa entre la duración y tasa de la deposición del cascarón, excepto en el caso de las gallinas productoras de huevos con cascarones de mala calidad. Este estudio se realizó con 44 gallinas de diferentes edades (88).

El adelgazamiento del cascarón, es decir, la reducción del porcentaje del cascarón del huevo, fue menor en huevos puestos por gallinas que bebieron agua gaseosa que en los huevos puestos por gallinas que bebieron agua de la llave, esto a temperatura ambiente que se elevó de 73° F a 95° F (65).

Se considera que son cinco los factores generales que influyen en la rotura de los cascarrones de los huevos, estos factores son: formación de la cáscara, genética de las ponedoras, edad de las ponedoras, temperatura ambiente y alimentación de las ponedoras (140). En este sentido, se puede utilizar con seguridad el yeso, que posee sulfato de calcio, para suministrar dos terceras partes del calcio en las raciones de postura, siempre y cuando la tercera parte restante provenga de la concha de ostión (71).

Es adecuado un 0.4% de fósforo total para obtener cascarrón de buena calidad en el huevo de ponedoras enjauladas (81).

Comúnmente la calidad de la cáscara de huevo no es un problema hasta las 50 ó 55 semanas de edad de las ponedoras. La formación de huevos con cáscara de calidad inferior se convierte en un problema durante la última parte del ciclo de producción. No es conocida la razón que causa la disminución de la calidad de la cáscara con la edad. Algunas de las posibles razones se refieren a una capacidad reducida en la ponedora para absorber y movilizar el calcio para formar el huevo o un aumento en el tamaño de éste sin que al mismo tiempo aumente el peso de la cáscara (94).

Puede ser que los depósitos de calcio en la cáscara de los huevos estén señalando la tensión de la parvada (160).

Los productores de huevo de mesa deben asegurar que las ponedoras tienen el nivel adecuado de calcio en el alimento balanceado por medio de pruebas de laboratorio. Un estudio de muestras de alimentos de 24 parvadas de ponedoras comerciales en la provincia de Saskatchewan, en Canadá, demostró que sólo el 57% tenía el nivel recomendado de calcio que es del 3.5% al 4.5%. El 11% de las muestras era deficiente en calcio y el 32% de las muestras tenía demasiado calcio, lo que puede causar problemas y además incrementa los costos del alimento. Se sugiere que se tomen muestras de media libra en cuatro días seguidos. Las muestras se deben tomar de la tolva y no de los comederos. Se mezclan las cuatro muestras juntas y se manda la mezcla al laboratorio para su análisis correspondiente y monitorear así los niveles de calcio (44).

Al quitar el hierro, cobre, zinc y manganeso de las dietas de ponedoras Leghorn de 48 semanas de edad por un período de diez semanas, sólo la falta de manganeso tuvo un efecto negativo sobre la calidad de la cáscara, la falta de los minerales traza ensayados, incluyendo el manganeso, no tuvo efecto adverso sobre otros factores de desempeño, la falta de manganeso redujo el peso de las cáscaras en forma significativa, parece ser que el manganeso es más importante para la calidad de la cáscara que otros minerales traza (47).

- Clara o albúmina.-

La clara o albúmina consta de tres capas: clara exterior fluida, clara media espesa y clara interior fluida. La clara está constituida por un sistema de filamentos finos y gruesos, que en la capa media son de mucina imbibida, en cuya trama se incluye la albúmina. Al golpear la clara del huevo se pierde su estructura, por lo cual, se fluidifica totalmente. De cada polo del huevo parten hasta la membrana vitelina de la yema, formaciones trenzadas de clara espesa que atraviesan la clara fluida interna y que se denominan chalazas, su función es mantener fija en su posición a la yema, la cual, adopta forma esferoidal debido a la membrana elástica que la contiene, dicha membrana con el paso del tiempo se vuelve quebradiza. Aunque la estructura proteica de la clara tiene mucho que ver con la calidad de la misma, los intentos experimentales para mejorarla mediante la alimentación han producido escasos resultados positivos. Se ha señalado que adicionando cloruro de amonio a la ración, se incrementa la altura y espesor de la clara, produciendo, al mismo tiempo, una reducción del pH sanguíneo y una disminución del espesor de la cáscara. La clara de huevo normal tiene un ligero color amarillo verdoso que procede de la riboflavina presente en el mismo (40, 141).

Las unidades Haugh han sido aceptadas universalmente como una medida de la calidad interior del huevo. Se determina la unidad Haugh por medio de romper el huevo en una superficie plana y medir la altura de la albúmina. Antes de romper al huevo se le pesa y se usa este valor para calcular la unidad Haugh. La fórmula para el cálculo está diseñada para

corregir las diferencias de peso. Sin embargo, una nueva investigación indica que esta corrección es incorrecta. Los huevos utilizados en el estudio provinieron de una parvada vieja y de una parvada joven. Cuando todos los huevos se incluyeron en el mismo grupo el peso del huevo y la altura de la albúmina afectaron la unidad Haugh significativamente. Los datos sugieren que los cálculos de unidades Haugh no son necesarios cuando los huevos provienen de una misma parvada, y que cuando los huevos provienen de diferentes parvadas los cálculos de unidades Haugh son incorrectos. Los investigadores sugieren que se debe reportar la altura de la albúmina sin corregir para el peso del huevo. Sin embargo, se comenta que las unidades Haugh fueron creadas en 1937 y se han utilizado exitosamente por más de 50 años; también se comenta que como este estudio es el primero que presenta datos en contra del uso de las unidades Haugh, puede ser que los resultados obtenidos en el mismo se deban a que las parvadas de las que provienen dichos datos tenían algunas características únicas (79).

Las harinillas o salvadillo de trigo pueden formar parte sustancial de la dieta de las ponedoras. En un experimento, las dietas contenían 45% u 89% de salvadillo. La producción de huevos por gallina diario con la dieta del 89% fue del 69% y con la dieta del 45% fue de 79% entre las 21 y 65 semanas de edad. La dieta con 89% de salvadillo de trigo aumentó las unidades Haugh en el huevo, y aumentó el consumo de agua y alimento en comparación con las aves que recibieron la dieta con el 45% de salvadillo de trigo (48).

- Yema.-

La yema está constituida por vitelo nutritivo, cuyas capas claras y oscuras se alternan concéntricamente en torno al núcleo del huevo. Bajo la membrana de la yema está en un punto de la superficie el disco germinativo, mácula o cicatrícula en forma de mancha ovalada, que llega hasta el centro y es el núcleo de la yema. Las manchas de sangre en la superficie de la yema son defectos que presentan algunos huevos, son vistas como coágulos de sangre y son consecuencia de la rotura de pequeños vasos sanguíneos cuando la yema es desprendida de un folículo

ovárico. Por su tamaño, los coágulos pueden llevar a la coloración total del huevo, estas manchas no afectan adversamente el valor nutritivo del huevo y se forman principalmente por deficiencia de vitamina A. Una deficiencia marginal de vitamina K reduce la incidencia de manchas de sangre, lo mismo ocurre con sustancias antagónicas de esta vitamina, mientras que elevados niveles de harina de alfalfa en la ración de las ponedoras incrementan la incidencia de coágulos de sangre. La nicarbacina produce un moteado característico en la yema, así como la asociación de piperazina, fenotiazina y dibutil dilaurato en la ración, el gaspol presente en los huevos almacenados tiene el mismo efecto. Puede obtenerse yemas blancas alimentando a las gallinas con muy poca cantidad de carotenoides utilizando maíces blancos, avenas pulverizadas, harinas de avena, harinas de ciertos pescados, leche descremada en polvo, suero desecado, sal o mezcla de sales, caliza molida y aceite alimenticio de calidad apropiada. Se puede lograr sin dificultad los colores deseados, añadiendo a la ración portadores naturales de carotenoides como la harina de alfalfa, harina de hierbas, pimentón o pigmentos artificiales. Algunos colorantes o tintes solubles en alcohol administrados en cápsulas de gelatina a la dosis de 20 mg diarios y que en E.U.A., no han sido aprobados para ser incluidos en los alimentos, llegan a producir yemas de color azul, magenta, rosa, rojo y verde. Los medicamentos pueden influir sobre el color de la yema. La adición de niveles excesivamente altos de clortetraciclina a la ración llegan a producir una deposición de este antibiótico dando una yema amarilla. Yemas de color platino llegan a presentarse y su causa no es bien conocida, cuando ocurre se considera implicada en este hecho la infestación por *Capillaria* u otros agentes infestantes. Dosis muy altas de vitamina A originan yemas pálidas, porque este factor incoloro desplaza en cierto modo a otros carotenoides. El color de la yema se determina en la práctica con el auxilio de patrones especiales y más exactamente con espectrofotómetros (27, 40, 100, 141, 163).

La adición de 35, 59 y 43 miligramos de pigmentos/kg/ración, proveniente del follaje de yuca (*Manihot esculenta*), *Leucaena leucocephala* y de la combinación de ambas, 50:50 respectivamente, en dietas para gallinas ponedoras, son suficientes para producir yemas con

una coloración aceptable para los consumidores de 8 grados en el abanico colorimétrico de Roche. En general, en estas condiciones no se han observado mayores efectos sobre los parámetros de calidad de los huevos (90).

La alimentación con trigo Florida 301 utilizado como único cereal en las dietas de postura, ha resultado en obtener yemas con una membrana más resistente que las de huevos procedentes de ponedoras alimentadas con maíz (170).

El uso de pasto Bermuda cortado fresco y adecuadamente deshidratado puede ser una fuente satisfactoria para proveer las xantofilas necesarias para la pigmentación de la yema de huevo. El color de la yema mejoró una semana después que se había alimentado a las ponedoras con el pasto citado, alcanzando su pico máximo a las tres semanas de alimentación con la ración en prueba (46).

Composición.-

El huevo es uno de los alimentos de origen animal más importantes. El valor biológico de la proteína del huevo para el humano es de 94, es decir, que de cada 100 g de proteína de huevo, 94 g de dicha proteína pueden ser utilizados en la creación de tejidos orgánicos (40).

La composición del huevo varía con su tamaño de forma que, cuanto mayor sea el huevo, el porcentaje se desplazará en favor de la clara, mientras que en los huevos pequeños lo hará en favor de la yema. En un huevo de 56 g la composición será:

Clara	60%
Yema	30%
Cáscara	10%

La composición química de un huevo de acuerdo con sus principios inmediatos es:

Materia Seca	34%
Agua	66%

La Materia Seca se distribuye como se muestra en la siguiente tabla

TABLA 10

DISTRIBUCIÓN DE LA MATERIA SECA DEL HUEVO					
PRINCIPIOS INMEDIATOS	HUEVO ENTERO	CONTENIDO	YEMA	CLARA	CÁSCARA Y MEMBRANAS
Proteínas	12%	13%	17%	11%	6%
Grasa	10%	11%	33%	-	-
Hidratos de Carbono	1%	1%	1%	1%	-
Sales Minerales	11%	1%	1%	-	92%

Fuente: MARTÍN-MARTÍNEZ, 1975 Referencia número 99

Además, contiene vitaminas A, D, E, K, B1 y B2 (99).

También, se ha encontrado que la composición nutricional del huevo es la que se muestra a continuación:

TABLA 11

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE 100 GRAMOS DE HUEVO ENTERO LÍQUIDO			
NUTRIENTES	1	2	3
Materia seca en gramos	26.0	24.5	24.8
Energía bruta en calorías	162.0	163.0	---
Proteína bruta en gramos	12.8	12.0	12.4
Fibra bruta en gramos	0.7	---	0.5
Cenizas en gramos	1.0	1.0	0.9
Grasa bruta en gramos	11.5	10.9	9.9
Ácidos grasos saturados en gramos	3.0	3.3	3.1
Ácidos grasos monoinsaturados en gramos	6.6	4.6	4.1
Ácidos grasos poliinsaturados en gramos	1.9	1.2	1.0
Colesterol en miligramos	760.0	480.0	400.0

1 - Everson y Souders (1957)
 2 - Coffenil y Glauert (1979)
 3 - Grittins y Overfield (1991)

Fuente: CODONY, 1994, Referencia número 23

Asimismo, la composición del huevo en polvo se muestra en la siguiente tabla

TABLA 12

COMPOSICIÓN DEL HUEVO EN POLVO		
COMPONENTES	VALORES	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Humedad en %	1.00	1.30
grasa en %	38.50	40.10
cenizas en %	3.54	3.60
calcio en mg %	201.00	225.00
fosforo en mg %		760.80
hierro en mg %	15.60	20.10
nitrógeno en %	7.96	8.13
proteína en %	53.18	54.31
nitrógeno soluble en %	7.06	7.55
solubilidad en %	86.94	92.85
glucosa en %	0.09	0.19

Fuente: IYENGAR, 1969. Referencia número 92.

En la actualidad se acepta, en general, que la composición de los huevos depende en cierto grado de la dieta a que esté sometido el animal que los ponga. El porcentaje de grasas del huevo está determinado hasta cierto punto, por los componentes de la dieta recibida. Se ha demostrado que la composición de la grasa de la yema del huevo se modifica fácilmente por la grasa presente en los alimentos. El controlar la cantidad de yodo en la dieta se refleja en su contenido en el huevo. Ajustando las vitaminas A y E en la dieta se puede aumentar el contenido de vitamina A en los huevos producidos, por un simple incremento de vitamina E en la dieta. Baja cantidad de vitamina D en la dieta ocasiona que los huevos tengan bastante menor cantidad de calcio y fósforo. Si se limita el calcio y fósforo de la dieta, puede obtenerse huevos con bajo contenido de los mismos. El contenido de manganeso en los huevos está

marcadamente afectado por la cantidad del mismo en la alimentación. Se ha afirmado que la alimentación con aceite de hígado de bacalao aumenta el porcentaje de hierro y cobre en la yema de los huevos y que la luz solar tiene esencialmente el mismo efecto. Otros elementos y componentes de la dieta que se concentran en el huevo son: selenio, bromo, ácido benzoico, pigmentos solubles en alcohol, y pigmentos vegetales como xantofila, zeaxantina, criptoxantina y capxantina (163).

Se ha reconocido la composición excelente de aminoácidos esenciales y el alto valor biológico de la proteína del huevo. Tan sólo la proteína del pescado iguala en calidad a la de los huevos, pero la proteína del huevo es superior para el ser humano como fuente de aminoácidos. El huevo contiene cantidades significativas de ácido linoleico. De los ácidos grasos del huevo el 18% aproximadamente es ácido linoleico, cuando las gallinas reciben una ración normal. Las cantidades de diversas vitaminas en el huevo pueden ser alteradas al incrementar su cantidad en la dieta de las gallinas. La cantidad de zinc en la dieta de la gallina puede influir en el nivel del mismo en el huevo. El huevo es una fuente muy importante de hierro (141).

Colesterol.-

La mayoría del colesterol en la yema se encuentra en la forma de lipoproteínas de muy baja densidad. Éstas son sintetizadas en el hígado de la gallina ponedora y transportadas al ovario por vía sanguínea. De allí salen de los vasos capilares de los folículos en desarrollo, a través de varias capas que forman la pared del folículo y son llevadas al oocito por endocitosis mediada por un receptor. Se ha logrado disminuir significativamente el contenido de colesterol en la yema de huevo mediante la alimentación con esteroides de plantas, sin embargo, con esto el tamaño y número de huevos disminuyen, probablemente porque los esteroides de plantas no pueden cumplir adecuadamente el papel del colesterol como componentes de la membrana o como precursor de las hormonas esteroideas. Se ha logrado también pequeños cambios en el contenido de colesterol en los huevos mediante la alteración de la tasa de yema/albúmina de los mismos. En general, sin embargo, el contenido de

colesterol en los huevos está determinado por la composición de lípidos en las lipoproteínas sintetizadas en el hígado y esto es difícil de cambiar debido a la importancia del colesterol en la estructura de las lipoproteínas (39)

Con relación a lo anterior, los aportes de colesterol y proteína procedentes del huevo, relacionados con el consumo *per capita*, muestran los siguientes valores:

TABLA 13

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO PER CAPITA DE HUEVOS Y APORTES DE COLESTEROL Y PROTEÍNA DIARIOS QUE SUPONE			
	HUEVOS POR AÑO	GRAMOS DE PROTEÍNA AL DÍA	MILIGRAMOS DE COLESTEROL
CEE			
AÑO 1988	236	3.7	151
AÑO 1991	217	3.4	139

Fuente: CODONY, 1994. Referencia número 23

El contenido estimado de colesterol de 274 miligramos por huevo grande propuesto por la USDA en 1976 es la norma o parámetro utilizado por los médicos para recomendar el consumo diario de colesterol para los seres humanos. Este valor se obtuvo estudiando los datos de varias investigaciones en la época en que no existían métodos más precisos para determinar la cantidad de colesterol. La cromatografía líquida de alto rendimiento está siendo utilizada para determinar el nivel de colesterol en los huevos. Con este método, la cantidad de colesterol que se encuentra en los huevos grandes es de por lo menos un 20% menor que el nivel obtenido utilizando antiguos métodos colorimétricos (4).

Utilizando la misma tecnología que se aplica para extraer el aceite a las semillas de oleaginosas se ha obtenido yema de huevo con poca grasa y poco colesterol. Al producto extraído se le agrega lecitina de aceite de soya como emulsionador, caroteno para restaurar el color amarillo original

en la yema y un derivado de tapioca para mejorar la palatabilidad. Así se logra un contenido de 83% menos grasa, 77% menos colesterol y 48% menos calorías que el modelo natural, obteniéndose yema en polvo muy superior a otros productos de huevo en polvo cuando se utilizan para hacer huevos revueltos y tortas (86).

Gravedad específica.-

La gravedad específica es la proporción del peso de un objeto con el peso de igual volumen de agua. La gravedad específica le demuestra al productor cual es la probabilidad de que los huevos se rompan durante el transporte. La gravedad específica está relacionada con el espesor de la cáscara de huevo, al disminuir la gravedad específica de este último aumenta el número de huevos rotos. La cáscara del huevo se daña debido al contacto entre los huevos o entre el huevo y otro objeto, esto pasa durante el traslado del huevo desde donde es puesto hasta el consumidor o hasta quien lo industrializa quitándole el cascarón para este fin. En las operaciones comerciales el huevo se rompe principalmente en uno de cuatro lugares: el punto de puesta, durante el traslado del huevo de donde es puesto al centro de recolección, durante el lavado y el empaque o durante el transporte al mercado o a donde será industrializado. El daño a la cáscara está relacionado directamente con la fortaleza de la misma. En la mayoría de los casos los huevos tendrán una gravedad específica de 1.075, 1.080, ó 1.085. La gravedad específica cambia cada 0.0025 unidades desde 1.060 hasta 1.100. Se sabe que la gravedad específica del huevo cae en promedio 0.001 unidades por cada día que se almacena en el enfriador. Es por eso que se debe tomar la medida dentro de las 24 horas siguientes a la recolección. La temperatura de las soluciones de gravedad específica debe mantenerse constante, porque a mayor temperatura de la solución mayor será la gravedad específica del huevo. Los huevos puestos durante la tarde tienen una gravedad específica más alta debido a tener cáscaras más gruesas que los puestos en la mañana. Las muestras (normalmente 100 huevos son una muestra buena, pero el tamaño de la muestra puede variar) deben tomarse durante el mismo período de tiempo, es mejor por la mañana, asegurándose de no recoger huevos puestos la noche anterior (19).

Clasificación.-

A simple vista y de manera natural se pueden encontrar huevos de color blanco y huevos de color café en el cascarón, a los huevos de cascarón color café también se le llama huevos marrones o rojos, definitivamente, el color del cascarón del huevo no influye en su valor nutritivo. En algunos mercados regionales se prefiere los huevos con cascarón café (138).

Clasificación del huevo en los E U A.-

Las diferentes razas y líneas de ponedoras producen huevos con variaciones amplias en cuanto a tamaño, forma, color, peso y capacidad de preservar su calidad interna. Es necesario inicialmente someter a los huevos a una clasificación para separarlos según su calidad, con objeto de obtener lotes uniformes se han establecido los siguientes tres niveles de calidad:

AA) Excelentes

A) Buenos

B) Regulares

Para distribuirlos dentro de los anteriores niveles se examina primero el estado del cascarón, se eliminan los huevos que lo tengan sucio, roto, con escurrimiento del contenido y combinaciones de estas características; de esta manera, se ponen en las categorías inferiores los huevos con cascarón frágil, áspero, deforme, ligeramente rajado, quebrado y combinaciones de estas características. No basta clasificar al huevo de acuerdo a su aspecto externo, se debe también considerar su calidad interna, ésta se puede establecer mediante el examen del contenido del cascarón vaciándolo sobre un vidrio plano, también, sin romper el cascarón del huevo se puede analizar su calidad por medio de un ovoscopio. La primera técnica es solamente necesaria cuando hay serias dudas acerca de la calidad del huevo, porque haya sido almacenado por períodos prolongados o porque se presenten manchas de suciedad en el cascarón, malos olores, o mohos. Para hacerlo se toman los huevos de la caja donde

están, recogiénolos al azar y rompiendo los cascarones dejando caer sus respectivos contenidos por separado suavemente sobre uno o más vidrios para examinarlos y compararlos con patrones establecidos y conocer su calidad. La calidad interior del huevo también se puede establecer sin necesidad de romperlo, mediante la ovoscopia, la cual, consiste en colocar al huevo ante un rayo de luz que atraviese el cascarón e ilumine el interior, para hacerlo se utiliza el ovoscopio que consta de una caja en cuyo fondo se instala una lámpara eléctrica de 60 watts, de tal forma que la luz salga por una abertura circular de 3 cm de diámetro, esta caja tiene otro agujero pequeño situado lateralmente de modo que ilumine el recipiente de donde se toman los huevos, se pone el extremo más grueso del huevo con cascarón contra la luz y su eje más largo debe formar un ángulo de 45° con respecto al piso, el cuarto de trabajo debe estar obscuro, la calidad del huevo utilizando la ovoscopia, se determina por la visibilidad, movilidad y forma de la yema, cuando el huevo pierde calidad la yema se acerca al cascarón haciéndose más visible en el ovoscopio, también tiende a aplanarse y a ensancharse; la profundidad de la cámara de aire es un buen índice para apreciar la calidad del huevo, en la mayoría de los casos existe una relación entre dicha profundidad y la calidad interna. La integridad del cascarón se prueba haciendo chocar levemente entre sí dos huevos, si el sonido producido al hacer esto es sordo y poco claro significa que uno o ambos huevos presentan rajado al cascarón, si el sonido producido es vibrante y metálico significa que ambos huevos tienen en buen estado el cascarón (138).

La clasificación por peso es más sencilla, basta con separar los huevos con pesos lo más uniformes posibles en lotes, y ajustando estos pesos a las especificaciones establecidas que van desde huevos enanos con un peso promedio de 35 g hasta huevos gigantes con un peso promedio de 70 g. Existen máquinas clasificadoras que separan los huevos de acuerdo a su peso respectivo de manera automática, su capacidad va de unas docenas hasta varios miles de huevos por hora (138).

En los E.U.A., se han desarrollado los estándares con base en factores de calidad interior como la condición de la clara y yema y el tamaño de la

cámara de aire, así como los factores externos de calidad tales como la limpieza y firmeza del cascarón. El color del cascarón no afecta la calidad y no se considera como factor en los estándares y grados de los E.U.A. Únicamente se separa al huevo en blanco y marrón, este último es más difícil de evaluar a través del ovoscopio. Las investigaciones tienden a demostrar que el huevo marrón tiene más carnosidades y manchas de sangre (136).

La calidad se puede definir como las propiedades inherentes al producto que determinan el grado de excelencia. Los factores de calidad en el huevo se pueden dividir en los dos siguientes grandes grupos:

- Factores externos de calidad.- Estos son aparentes con la observación directa
- Factores internos de calidad.- Son los que tienen que ver con el contenido del huevo al pasar por el ovoscopio o cuando se elimina el cascarón usando el método de medición de unidades Haugh, además del examen visual de la yema

En cuanto a la clasificación de la calidad exterior, se pueden determinar los factores externos sin necesidad de usar el ovoscopio, excepto la firmeza del cascarón; estos factores externos incluyen a la forma y a la limpieza; la forma debe ser oval, con una punta más aguda que la otra, existen aquí dos grados que son AA o A cuando es prácticamente normal y B cuando es anormal; referente a la limpieza ésta se debe inspeccionar cuando se recibe la carga de huevos y tiene dos opciones que son limpio y sucio. Acerca de la calidad interior se tiene que aún bajo las condiciones más favorables, la calidad del huevo es relativamente inestable debido a que su contenido se deteriora desde que lo pone la gallina hasta que se consume. Los huevos se clasifican en tres grupos (AA, A y B); para esto, se usa el cuadro de comparación de claras y yemas, o la medición de unidades Haugh que se obtienen correlacionando la altura de la clara gruesa con un micrómetro y el peso del huevo. La cámara de aire va

aumentando con la edad del huevo debido a la deshidratación del mismo. Su medición de acuerdo a los grados de calidad es.

- AA 1/8 de pulgada
- A 3/16 de pulgada
- B Sin límite

La calidad de la yema se determina por la sombra que ésta ejerce sobre el cascarón y va a depender de la condición de la clara, en la evaluación de la yema se consideran los siguientes tres factores:

- Definición del contorno de la yema
- Tamaño y forma de la yema
- Desarrollo y defectos del disco germinativo

Referente a la clara se tiene que un huevo recién puesto presenta cuatro capas de clara: chalazífera, interior delgada, gruesa y exterior delgada. Aquí debe considerarse la viscosidad y la claridad. La clara evaluada a través del ovoscopio con auxilio del movimiento de la yema se clasifica en:

- AA Sin decoloración, firme y viscosa
- A Sin decoloración, razonablemente firme y un poco menos viscosa
- B Débil y acuosa, sin viscosidad

La clara con sangre se considera como pérdida (no comestible). Las manchas de sangre o carnosidades en el huevo menores de 1/8 de pulgada hacen que se le considere de calidad B. Los huevos no comestibles son los huevos podridos, ácidos, con claras verdes, mohosos o con desarrollo embrionario. Los huevos considerados como pérdida son los no comestibles, que gotean, cocidos, congelados, contaminados, con sangre en la clara, con manchas de sangre grandes, con carnosidades grandes o con cualquier otro material extraño o condiciones del huevo

presentes de manera involuntaria y que pueden afectar la salud del consumidor (136).

En este contexto, se muestra un resumen de los estándares de calidad de huevo fresco en los E.U.A., en la siguiente tabla:

TABLA 14

RESUMEN DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE HUEVO FRESCO EN LOS E.U.A.			
ESPECIFICACIONES PARA CADA FACTOR DE CALIDAD			
FACTOR DE CALIDAD	CALIDAD AA	CALIDAD A	CALIDAD B
CASCARÓN	Limpio Sin roturas Prácticamente normal	Limpio Sin roturas Prácticamente normal	Limpio-Ligeramente manchado* Sin roturas Anormal
CÁMARA DE AIRE	Con medida de 1/8 de pulgada o menos	Con medida mayor de 1/8 de pulgada y menor de 3/16 de pulgada	Con medida mayor de 3/16 de pulgada
CLARA	Firme	Razonablemente firme	Débil y acuosa, con pequeñas manchas de sangre y carne**
YEMA	Contorno ligeramente definido Prácticamente libre de defectos	Contorno bien definido Prácticamente libre de defectos	Contorno plenamente visible Alargada y aplastada, con desarrollo de germen, sin sangre. Otros defectos serios

* Se permiten áreas moderadamente manchadas (1/32 si es localizada ó 1/16 si está esparcida)

** Si son pequeñas, no más de 1/8 de pulgada en diámetro

Fuente: RUIZ, 1994 Referencia número 136

La clasificación por grados para el consumidor se hace en "origen" y "destino". En origen se hace en la planta de clasificación y empaque. Se muestra un resumen de esta clasificación en la siguiente tabla.

TABLA 15

RESUMEN DE GRADOS DE CLASIFICACIÓN AL CONSUMIDOR			
GRADO AL CONSUMIDOR	CALIDAD REQUERIDA	TOLERANCIA PERMITIDA	
		PORCENTAJE	CALIDAD
ORIGEN			
Grado AA	87% AA	Hasta 13 No más de 5	A o B checks
Grado A	87% A o mejor	Hasta 13 No más de 5	B checks
Grado B	90% B o mejor	No más de 10	checks
DESTINO			
Grado AA	72% AA	Hasta 28 No más de 7	A o B checks
Grado A	82% A o mejor	Hasta 18 No más de 7	B checks
Grado B	90% B o mejor	No más de 10	checks

Fuente: RUIZ, 1994. Referencia número 136

Los pesos por tamaño del huevo aplicados a los grados de clasificación se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 16

CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO Y PESO PARA HUEVO FRESCO			
TAMAÑO O CLASE	PESO NETO POR DOCENA (ONZAS)	PESO NETO POR 30 DOCENAS (LIBRAS)	PESO MÍNIMO POR HUEVO POR DOCENA (ONZAS)
JUMBO	30	56	29
EXTRA LARGE	27	50-1/2	26
LARGE	24	45	23
MEDIUM	21	39-1/2	20
SMALL	18	34	17
PEEWEE	15	28	--

Fuente RUIZ, 1994 Referencia número 136

Clasificación del huevo en México.-

Un estudio hecho en México con relación a la calidad del huevo, su clasificación, técnicas de conservación, alteraciones y putrefacciones, así como una evaluación práctica de huevos de gallina, ha sido presentado y puede consultarse para ampliar estos conceptos (10).

Según datos del anteproyecto de Norma de Calidad del Huevo, en la década de los años 70 algunas compañías avícolas en México iniciaron la clasificación y embalaje del producto en carteras de doce piezas, volviendo, parcialmente, al canal actual considerado como anacrónico. Debido a lo anterior, en ocasiones se considera en el mercado mundial a este producto mexicano como de baja calidad. La clasificación del huevo es el agrupamiento de éste en lotes con características similares como calidad y peso. La clasificación de huevo fresco es la clasificación de cada huevo de acuerdo a estándares establecidos (136).

TABLA 17

CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO Y PESO DEL HUEVO EN MÉXICO

TAMAÑO	PESO POR UNIDAD (g)
1	64 0
2	60 0 - 63 9
3	56 0 - 59 9
4	50 0 - 54 9
5	45 0 - 49 9
6	MENOS DE 45 0

Fuente: Ruiz, 1994. Referencia número 136

Asimismo, conforme al citado anteproyecto, se propuso la clasificación del huevo en tres categorías: México Extra, México 1 y México 2, en equivalencia a la clasificación AA, A y B (136).

Con base en lo dispuesto en el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996, el huevo, sus productos y derivados, por el proceso al que se someten, se clasifican en: huevo fresco con cascarón, huevo refrigerado con cascarón, huevo líquido refrigerado o congelado pasteurizado, yema líquida refrigerada o congelada pasteurizada, clara líquida refrigerada o congelada pasteurizada, huevo deshidratado pasteurizado, yema deshidratada pasteurizada, clara deshidratada pasteurizada y productos de huevo pasteurizados y envasados asépticamente.

Tamaño.-

Se ha evidenciado la importancia de incluir altos niveles de soya integral tostada en las raciones para ponedoras; así, la eficiencia en la productividad de huevos ha sido evidente, resultado de un mayor nivel y una mayor calidad de la fracción energética de la dieta. El tamaño y peso de los huevos se incrementa y se disminuye drásticamente el número de huevos pequeños. Estos efectos están asociados con un alto nivel de ácidos grasos esenciales (especialmente linoleico) en el grano integral.

Otros beneficios observados han sido la disminución del porcentaje de huevos rotos, mejor pigmentación de la yema y mejores condiciones sanitarias de las aves (87).

Se ha reportado que con el aumento de edad a la hora de la estimulación de luz las aves fueron más grandes al término de una prueba, pusieron huevos más grandes y consumieron más alimento. Las aves trasladadas a las 21 semanas de edad (a jaula) produjeron significativamente más huevos de tamaño extra grande, que las aves trasladadas antes de las 19 semanas de edad. Las aves trasladadas de las 15 a las 18 semanas de edad produjeron más huevos medianos y pequeños (50).

Hacer crecer a las pollonas al peso recomendado por las compañías reproductoras, parece ser el método más prometedor para aumentar el tamaño del huevo durante la etapa inicial del ciclo de producción. También, el uso de programas de luz de día artificial es efectivo para aumentar el tamaño del huevo. Finalmente, se puede aumentar el tamaño del huevo si se incluye de 1% a 3% de grasa en las raciones para el comienzo de la producción (60).

En un experimento se encontró que una dieta alta en grasa resultó en tamaños y pesos de huevo más elevados (54).

Para poder producir huevos de óptimo tamaño, se debe tomar en consideración cuatro áreas fundamentales en la cría de aves, dichas áreas son la genética, el manejo, la salud y la nutrición. Así, se tiene que la genética es el factor más importante que determina el tamaño del huevo; es muy fácil para los especialistas en esta área aumentar el tamaño del huevo en una raza determinada, las razas más pesadas y las ponedoras rojas tienden a producir huevos más pesados. Por otra parte, el peso de las ponedoras así como el tipo de iluminación a la que son sometidas intervienen en el tamaño del huevo, el parámetro de manejo más importante que afecta el tamaño del huevo es el de obtener pesos óptimos en las pollonas, ya maduras sexualmente, antes de someterlas a un programa de iluminación; el tamaño del huevo es proporcional al peso

de los animales y las ponedoras más pesadas ponen menos huevos pero más grandes; para estimular el tamaño del huevo hay métodos en los programas de iluminación usados en la industria con resultados favorables y que han mejorado el tamaño del huevo sin mejorar necesariamente la producción; además, el tamaño del huevo es más sensible a altas temperaturas que hacen que disminuya el tamaño del mismo, los lotes más afectados son los que están entrando en producción cuando llega el tiempo de calor, esto se debe a que las gallinas gastan energía en exceso en un esfuerzo por mantener la temperatura normal del cuerpo, lo que afecta negativamente el tamaño del huevo así como la calidad de la cáscara, requiriendo de una o dos semanas para regresar a la normalidad, se ha demostrado que la temperatura máxima para obtener huevos de óptimo tamaño es de alrededor de 21°C. En cuanto a la tercer área, es decir, la salud, resulta obvio que mantener las aves saludables es otra herramienta de manejo para controlar el tamaño del huevo, las enfermedades de tipo respiratorio como la de Newcastle y la Bronquitis tienen un efecto adverso en el tamaño del huevo; en algunos casos, esto influencia permanentemente el resto de la vida de la gallina afectada. Por último, referente a la nutrición, el tamaño óptimo del huevo también puede manipularse a través de la misma, cuidando que los cambios en la formulación del alimento para las ponedoras no lleguen a ser costosos, esta manipulación en la dieta de las ponedoras puede influir, en cierto grado, en la obtención de huevos muy grandes o pequeños (11).

Con relación a la anterior, cabe señalar que, en general, el aumento o disminución en el tamaño del huevo es directamente proporcional al peso del mismo.

Producción.-

El voltaje desviado es un término general que se usa para señalar cualquier fuente de voltaje que se encuentre fuera de su senda normal en un sistema eléctrico. Una parvada de 42 semanas de edad redujo su consumo de agua y la producción de huevo bajó de 83% a 45% entre las 43 y 45 semanas de edad; se encontró después de descartar otras causas de baja en la postura que esto se debía al voltaje desviado que hacía que

las gallinas cada vez que tomaban agua recibieran choques eléctricos, lo que motivo la baja en la producción de huevo (167).

Sin embargo, también se ha reportado que la producción de huevos no fue afectada cuando las aves fueron expuestas a voltaje eléctrico continuo o al azar fluctuando de cero a nueve voltios. Los investigadores descubrieron que la resistencia de las gallinas ponedoras es mucho más alta que la del ganado lechero y porcino a la electricidad (52).

Con la incorporación del cereal extruído de amaranto (*Amaranthus cruentus*) a las raciones de ponedoras, la producción de huevos aumentó significativamente (162).

Ponedoras *White Leghorn* que recién habían completado la muda fueron alimentadas con raciones de maíz de baja proteína, suplementadas con aminoácidos. Esto ocasionó una producción posterior a la muda casi tan buena como si se hubieran alimentado con la ración normal alta en proteína (43).

Temperaturas de 30°C o más en verano afectan negativamente la producción de huevo, no obstante, sólo 40% a 50% del efecto se atribuye al menor consumo de alimento (135).

La avena desnuda, que es una variedad de la avena sin cáscara, puede usarse en raciones para ponedoras de huevo en niveles de hasta 45% sin que haya un efecto dañino o *significante* en la producción (55).

Experimentalmente se ha encontrado que con niveles de harina de sangre que alcanzaron hasta el 3% en el alimento, no hubieron diferencias significativas en la producción de huevos, comparando esto con el grupo control (67).

Para mejorar el rendimiento de las ponedoras es conveniente no limitar el alimento en tiempo cálido, construir apropiadamente los gallineros, disminuir la temperatura dentro del gallinero por medio de un sistema de evaporación de agua, pintar el techo de color blanco para que refleje el

calor hacia afuera, prender las luces más temprano por la mañana cuando la temperatura es más fresca para que aumente el consumo de alimento y por consecuencia la producción de huevo así como su peso (41).

Investigadores de la Universidad Hebrea de Jerusalem han descubierto que las luces azules inhiben la producción de huevo. La luz roja aumenta la producción de huevo (80).

Se ha encontrado que el espacio de piso proporcionado por pollona en las jaulas durante el período de cría no causó, en un experimento, diferencia alguna en los huevos producidos por ave encasetaada, mortalidad de ponedora, o en los kilogramos de alimento consumido para producir cada kilogramo de huevo (45).

Al inyectar PTH a ponedoras no expuestas a tensión por calor se redujo la producción de huevos y la calidad del cascarón. La pérdida de la producción de huevo es resultado del esfuerzo de la ponedora por conservar el vital calcio sanguíneo (89).

La adición de 228 mg por libra de alimento del aminoácido L-triptofano ha mejorado la producción de huevos en un 9%, esto relacionado con niveles de proteína bajos (69).

Al retirar el alimento a pollonas que habían alcanzado el 10% de producción de huevos, la producción a largo plazo disminuyó, sobre todo cuando el programa se aplicó en los meses calurosos del verano (51).

La producción mundial de huevos de mesa en 1994 fue de 39,465 millones de toneladas (85).

Defectos -

Los defectos que manifiestan los huevos frescos pueden ser: grietas, fugas, pérdidas de la frescura o cutícula superficial, manchas coloreadas o sucias en su exterior, o coágulos de sangre. A veces, la yema se encuentra

totalmente ensangrentada o presenta manchas translúcidas al ser examinada por medio de un ovoscopio. Cualquier rotura de la cáscara o la presencia de suciedad, favorecen considerablemente las alteraciones que sufren durante el almacenamiento. Los cambios que sufren los huevos durante su conservación o almacenamiento se pueden deber a causas no microbianas o a la proliferación de microorganismos. Los huevos no tratados pueden perder agua y peso durante su almacenamiento. La disminución del volumen queda demostrada por el tamaño que adquiere la cámara de aire observable a trasluz. Al romper un huevo viejo y vaciarlo sobre un plato liso, se pone más de manifiesto la fluidez de la clara, la debilidad de la membrana de la yema permite, por otra parte, que ésta se aplane más e incluso que se rompa. Un huevo fresco muestra, en cambio, una clara espesa y una yema que se mantiene tersa y conserva forma hemisférica. La alcalinidad de la clara aumenta durante el almacenamiento; su pH normal pasa de 7.6 a 9.5 (32)

Grado de frescura o edad.-

El ovoscopio, formado por una fuente de luz y un soporte para el huevo, permite apreciar algunas características internas del huevo sin tener que romper el cascarón o cáscara, por ejemplo, el tamaño o altura de la cámara de aire que va haciéndose mayor conforme aumenta la edad del huevo, es decir, los días que han transcurrido desde que fue puesto por la gallina, hasta el momento en que es analizado valiéndose de este aparato.

Ante la lámpara del ovoscopio, los huevos frescos aparecen claros, sin manchas ni estrías; los viejos en cambio, se aprecian oscuros y turbios. La clara debe ser transparente y la yema como una sombra difusa, sin perfiles netos. La yema no debe abandonar sensiblemente su posición central cuando se gira el huevo. Para reconocer la movilidad de la yema son decisivas la mayor o menor transparencia de la clara, debida a su naturaleza coloidal, y a la viscosidad de la misma, que disminuye progresivamente al aumentar la edad del huevo. El examen ovoscópico de la yema se dificulta cuando los huevos son de cáscara oscura. El grado de fluidez de la clara y consecuentemente la edad de los huevos, se

pueden deducir de la duración de los movimientos de torsión a que se someten después de haberlos suspendido de dos hilos delgados de acero. La clara viscosa frena más estos movimientos que la fluida. Así, el mayor tiempo de torsión corresponde a los huevos frescos. Los viejos tardan menos y los muy viejos vuelven a mostrar tiempos altos de torsión, debido a la viscosidad progresiva de la clara por deshidratación. Por ruptura puede examinarse la altura de la yema, grado de viscosidad de la clara, disminución de las diferencias del punto de congelación entre la yema (-0.6°C por término medio) al aumentar la edad, modificación del índice de refracción de la yema y la clara por procesos osmóticos y aumento de la concentración de hidrogeniones en la clara por liberación de bióxido de carbono (100).

Contaminación.-

Numerosas investigaciones han demostrado que la contaminación del contenido del huevo, que precede a la descomposición, ocurre principalmente como un resultado de la penetración, a través del cascarón, de bacterias depositadas sobre la superficie del huevo después de la postura. Una determinada cantidad de contaminación de la superficie probablemente ocurre cuando el huevo pasa por la cloaca al momento de ser puesto, pero la mayor parte de la contaminación de la superficie proviene del contacto con el huevo de la piel y plumas de las gallinas, y de la superficie sobre la cual cae el huevo. Como regla general, se ha encontrado que la frecuencia de descomposición de una remesa de huevos está relacionada con el grado al cual, el contenido del huevo ha llegado a contaminarse con bacterias, y se ha observado que esto está a la vez influido por el grado de suciedad de la superficie y el hecho de que los huevos queden sujetos a condiciones que favorezcan la penetración de las bacterias a través del cascarón. Las investigaciones bacteriológicas han demostrado que los cambios ocurren en el huevo como resultado de la presencia y desarrollo de cierto tipo de bacterias capaces de resistir los mecanismos de defensa antibacteriana de éste. La composición de la flora bacteriana de las superficies en el medio ambiente del huevo, podría ser un factor tan importante sobre la frecuencia de putrefacción, como el grado de suciedad de los

cascarones, es decir, en ciertos casos, huevos superficialmente limpios pueden tener una alta frecuencia de putrefacción durante el almacenamiento (42).

Limpieza -

La limpieza de la materia prima se logra mediante breve inmersión de los alimentos en agua caliente o por el uso de vapor, y se afirma que de esta manera, la carga microbiana inicial se reduce en un 99% (38).

La limpieza de los huevos se puede hacer de dos formas principales, una de ellas es la limpieza en seco utilizando un producto abrasivo para eliminar la suciedad, con ésta los huevos tardan más en deteriorarse, a veces conservan algo de suciedad que puede ser retirada con un paño limpio ligeramente humedecido; y la limpieza húmeda, en la cual se introducen los huevos en agua en la que se agitan o restregan. Debe procurarse producir huevos limpios al 100%; la solución a este problema hay que buscarla en donde se producen los huevos, manteniendo seca la cama del gallinero y cambiando con regularidad la cama de los ponederos (102).

Acerca de los métodos para limpiar huevos y su efecto sobre la calidad, se ha encontrado, experimentalmente, que los huevos naturalmente limpios y sin lavar son muy apropiados para propósitos de almacenamiento en frío. En todos los huevos lavados en máquina, la frecuencia de putrefacción verde fue particularmente notable, y en el caso de huevos lavados en una máquina de cepillos, hubo un evidente desarrollo de putrefacción negra. Las investigaciones se efectuaron en una planta de empaque y en una granja. Los huevos limpiados en seco se mantuvieron durante seis semanas a una temperatura ambiente y también durante seis meses en almacenamiento en frío. A temperatura ambiente, los huevos limpiados en seco mostraron aproximadamente las mismas características de conservación de la calidad que los huevos naturalmente limpios (95).

Un estudio señala que, los daños bacterianos en los huevos han sido reducidos a un problema ocasional. Existe no obstante, según la misma

referencia, mucho en lo que se refiere a población microbiana en huevos rotos. Como fuente de tal contaminación se han implicado bacterias del cascarón, este reporte se basó en un estudio acerca de las bacterias establecidas sobre partes de lavadoras de huevos y en el agua que se usa para lavarlos. El trabajo se llevó a cabo en cinco establecimientos comerciales. El número total de bacterias obtenido de las superficies del equipo de lavado varió considerablemente de planta a planta, reflejando el cuidado puesto en conservar limpio el equipo. Los conteos sobre los cascarones de huevo fueron altamente variables y generalmente más bajos en huevos lavados, particularmente por el método de enjuague de superficie. Los microorganismos aislados fueron identificados y se encontraron similares a los aislamientos realizados a partir de cascarones de huevo hechos por otros investigadores. En forma predominante fueron aislados *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* y *Actynomices*. En general, los conteos sobre el cascarón de huevos lavados fueron bajos, pero en el equipo los conteos fueron altos al igual que en los huevos lavados. Se mostró la necesidad de una estricta atención en la limpieza de las lavadoras de huevo, para conservar bajos los conteos bacterianos de los huevos lavados. Finalmente, se señala que no se puede confiar en la adición de un bactericida al agua de lavado, para satisfacer la necesidad de limpieza (106).

Un líder en la fabricación tanto de lavadoras de huevos como de condensadores, ha introducido y solicitado la patente para el sistema de prelavado combinado con un condensador. Los huevos se mojan al inicio del condensador; lo cual crea que se conserve el agua caliente junto con el detergente durante más tiempo sobre los huevos, ayudando así en la operación de limpieza de los mismos. También, permite la limpieza de la banda del condensador. Estos condensadores se acoplan a las máquinas lavadoras de huevos u ovoscoplos de anchura para 6, 12 ó 18 huevos (84).

Análisis microbiológico.-

Los análisis microbiológicos son importantes en el control de calidad para detectar el grado de frescura de la materia prima, para investigar

causas de descomposición del producto y, son aplicables también a productos sospechosos de producir intoxicaciones (156).

Las bacterias pueden ser incorporadas a los huevos debido a ovarios u oviductos infectados; si no ocurre así, el interior de los huevos generalmente es estéril. La superficie se contamina inmediatamente después de la postura, pero normalmente la penetración de bacterias es evitada por una capa mucilaginoso seca sobre la superficie, sin embargo, esta capa es fácilmente removida por lavado o por manejo excesivo, en cuyo caso el interior del huevo se contamina. Las bacterias que se encuentran en la superficie de los huevos provienen del suelo y de las heces de las aves; es común encontrar una flora mixta, pero los microorganismos fermentadores predominan en el interior del huevo. Los huevos contienen un alto contenido de azufre y su descomposición da por resultado la producción de H_2S con lo que adquieren sabor y olor muy desagradables (93).

Los huevos para cultivo deben diluirse mucho para evitar que la lisozima natural impida el crecimiento de algunas bacterias importantes cuando los huevos son consumidos. El contenido microbiano de los huevos con cascarrón da cifras bajas en los de buena calidad, mientras que, en los de mala calidad pueden encontrarse microorganismos anaerobios de la putrefacción u organismos tales como *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acromobacter*, *Alcaligenes* y *Proteus*. Pueden hallarse hongos en huevos almacenados en condiciones de humedad elevada. En los huevos congelados los recuentos totales son altos, en los cultivos de estos huevos figuran microorganismos tales como *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acromobacter*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Micrococcus*, enterobacterias y anaerobios de la putrefacción. La pasteurización adecuada reduce el contenido bacteriano y destruye a la *Salmonella* (24).

El análisis bacteriológico del huevo está encaminado hacia la detección de contaminación del producto por mal manejo y almacenamiento inadecuado. En México se ha establecido con relación a este punto lo siguiente:

A) Cuenta de bacterias mesófilas aerobias.- El número de bacterias permitidas como máximo es de 600 000 UFC/g* de huevo en polvo, de 100 000 UFC/g* en huevo congelado y de 500 000 UFC/g* en huevo refrigerado

*.- Unidades Formadoras de Colonias por gramo.

B) Determinación de la presencia de *Salmonella*.- El huevo puede contaminarse con *Salmonella* por vía transovárica, por heces de las aves o por portadores sanos humanos, por lo que es necesario su detección ya que su presencia, en cualquier número, representaría un problema en salud pública (131).

En los huevos en polvo o deshidratados los recuentos totales de microorganismos son generalmente bajos, de 5 000 a 10 000 por gramo, los coliformes rara vez están presentes en un gramo, la clara o albúmina deshidratada da resultados variables. Los productos de alta calidad deshidratados por pulverización dan contajes que no sobrepasan los 10 000 por gramo; pero en algunas albúminas, los recuentos pueden elevarse a 10 000 000, puede producirse la contaminación cruzada en las bandejas de deshidratación de copos de albúminas, los huevos congelados o deshidratados son considerados como vehículos de *Salmonella* (24).

Se llevaron a cabo investigaciones en laboratorio y en una planta piloto sobre la deshidratación de huevos. Los huevos fueron lavados, quebrados, batidos y filtrados. Se usó levadura a una concentración de 0.5% durante 90 minutos a 36°C, para remover los azúcares por fermentación anaerobia. El huevo líquido fue pasteurizado a 61°C durante 3.0 minutos, enfriado a 8°C y estabilizado por adición de HCl N, reduciendo así el pH a 5.5. La deshidratación inicial fue por rocío o atomización hasta 4-5% de humedad, seguida de vacío en una bandeja deshidratadora para reducir el contenido de humedad a menos del 2%. Fue adicionado bicarbonato de sodio al polvo para ajustar el pH a 8.5 en reconstitución. Las pruebas organolépticas de los productos (huevos revueltos, omeletes) hechos del polvo fueron aceptables. El conteo bacteriano en 4 muestras fue menor a 50 000/g, no se encontraron coliformes ni del grupo *Salmonellae* en el

polvo obtenido, a pesar de haberse establecido en todas las muestras de huevos crudos (92).

Enfermedades aviares que afectan al huevo.-

Diversas enfermedades aviares afectan al huevo ya sea en su calidad, en su nivel de producción, o en ambos aspectos; algunas de estas enfermedades son: la bronquitis infecciosa, la salmonelosis, la enfermedad del hígado y bazo gigante, la infección debida a *Mycoplasma gallisepticum* y la influenza aviar; algunos, puntos relativos a éstas se mencionan a continuación:

La bronquitis infecciosa (BI), puede ser una enfermedad desastrosa para cualquier operación avícola. Afecta a pollos de todo tipo, edades y razas. La enfermedad es causada por un coronavirus del cual se sabe que tiene una alta tasa de mutación, de ahí que existen muchos serotipos y subtipos del virus de la BI en el mundo. La llegada de una nueva variante de la BI presenta un problema continuo para la industria avícola. Un brote de BI en una parvada de pollonas en desarrollo puede tener efectos desastrosos para la producción futura. Se pueden dañar, en forma permanente, los riñones y el sistema reproductor. En las gallinas adultas un brote de BI tendrá diferentes efectos sobre la producción. Si las ponedoras tienen niveles bajos de títulos de anticuerpos, las bajas de producción pueden ser drásticas después del desafío. En las aves con altos títulos en su nivel de anticuerpos se notarán efectos negativos en la calidad de la cáscara y la calidad interna del huevo, pero la producción no será afectada. Si ocurre una baja de producción debido a un desafío de BI, entonces se debe esperar que haya una baja en la calidad interna del huevo y una reducción de la calidad de la cáscara. Los efectos negativos de la BI sobre la calidad del huevo durarán por muchas semanas, o hasta meses, después de que se haya recuperado la producción. Ocurre una reducción en la calidad de la cáscara cuando el útero es afectado directamente. Esta baja de calidad se puede observar en la forma de una mala gravedad específica del huevo, que es causada por el reducido espesor de la cáscara. La baja calidad también se nota como huevos deformados, causados por la degeneración y la distorsión de células de la

glándula del huevo. Las pollonas infectadas con BI a una edad temprana pueden sufrir daño permanente en el oviducto con el resultado de que se producirán huevos deformados por el resto de sus vidas. Una infección temprana de BI también puede causar oviductos impactados, óvulos rupturados, puesta interna y oviductos derechos císticos. La BI también afecta la pigmentación de la cáscara, en los huevos marrones, causa mala uniformidad de pigmentación. Los huevos pálidos pueden aparecer de 2 a 5 días después del desafío con el virus. Los huevos descoloridos pueden continuar por varias semanas. Existen otras causas para los huevos pálidos, pero se debe investigar para saber si hay BI cuando estos aparecen. Uno de los efectos principales del virus de BI sobre la calidad interna del huevo se nota en la albúmina. Es muy común que se tengan "claras aguadas" durante un brote de BI. Así pues, los valores de las unidades Haugh son muy reducidos. La clara aguada se debe a que el virus de la BI destruye las células que producen la mucina endometrial en el magno del oviducto. Los huevos de gallinas infectadas no se pueden almacenar por tanto tiempo como los huevos de gallinas no infectadas. La baja calidad de la cáscara debida a la BI también causa una baja en la calidad de la albúmina (17).

Los signos de la salmonelosis se notan principalmente en pollitas y la gravedad de la mortalidad varía con la estirpe y la dosis. El fagotipo PT4 parece ser más virulento. La infección permanece en las parvadas de ponedoras, muchas veces sin haber ningún otro signo clínico. A veces se han observado bajas de producción y también mortalidad asociada con peritonitis y afontis. Algunos estudios han demostrado que se puede infectar el interior del huevo, probablemente como resultado de la contaminación de la membrana vitelina durante la ovulación. También se puede penetrar la cáscara durante la puesta. *Salmonella enteritidis* se multiplica rápidamente dentro del huevo a temperaturas mayores de 10°C. El almacenamiento continuo a temperaturas elevadas provocará un huevo altamente contaminado, aún si la contaminación inicial fue por tan sólo 10 salmonelas. Las ponedoras son más susceptibles a la infección cuando son pollitas. La transmisión vertical y la infección a temprana edad pueden resultar en una infección que dure la vida de la parvada, como resultado de la colonización del intestino. La persistencia continua de este

microorganismo en el intestino no ha sido comprobada totalmente. Las aves también son muy susceptibles cuando comienza la producción y durante la muda. Experimentalmente ha sido posible, aunque es muy difícil, infectar a ponedoras adultas con *Salmonella enteritidis*. Si ocurre la transmisión horizontal (129).

Los programas de muda imponen estrés y esto a la vez aumenta la susceptibilidad de la parvada a la infección por *Salmonella*, especialmente, por *Salmonella enteritidis*. La investigación sigue proporcionando ideas e información acerca de los efectos que los varios procedimientos de muda, tal como el retiro de alimento, ejercen sobre el bienestar de la gallina (105).

Desde el punto de vista de productores de alimentos balanceados para animales, el control de la contaminación por microorganismos del género *Salmonella* no puede ser atribuido a una sola acción o a un sólo tratamiento para lograr esto, no es únicamente un área en particular la que puede dar una seguridad definitiva al respecto, es la combinación de las acciones de los factores involucrados en el control ejercido lo que influirá en el riesgo de contaminación del alimento con *Salmonella*. El proceso completo para minimizar los riesgos debe iniciarse con una conveniente selección de materias primas; obviamente, esto es importante para evitar la aceptación dentro del molino de ingredientes considerados altamente sospechosos de estar contaminados. Las materias primas contaminadas con *Salmonella* no solamente pueden acarrear microorganismos hasta el alimento final, también pueden ocasionar la contaminación de los silos de almacenamiento; de ahí que puedan, a su vez, causar la contaminación de la planta donde se elabora el alimento balanceado y la contaminación del mismo en las etapas correspondientes a su producción. Las fábricas de alimentos balanceados deben prepararse individualmente para conducir sus propias inspecciones sobre la posibilidad de la existencia de suministradores de materia prima relacionada con la contaminación ya citada. Se considera que es insuficiente inspeccionar sólo los ingredientes para la elaboración del alimento, también deben ser monitoreados los locales utilizados para almacenar materiales antes de ser introducidos en los molinos para

elaborar alimentos balanceados, así como los vehículos utilizados para transportar las materias primas (37).

Se ha introducido una bacterina para proteger a las ponedoras comerciales contra *Salmonella enteritidis* (SE). La nueva bacterina incorpora cuatro diferentes fagotipos para producir un alto nivel de protección cruzada. La vacunación con esta bacterina de SE reduce la colonización intestinal y cecal de SE, reduce la cantidad de SE en las heces fecales y reduce la incidencia de huevos contaminados por SE. Se debe vacunar a las ponedoras comerciales y a las reproductoras con una dosis de 0.5 ml entre las 12 y 16 semanas de edad y luego cuatro semanas después. Para controlar la SE eficazmente, además de vacunar, se tiene que monitorear la parvada, limpiar y desinfectar bien las instalaciones y equipo, controlar a los roedores y tener un buen sistema de bioseguridad (64)

La enfermedad del hígado y bazo gigante, probablemente causada por un virus, se caracteriza por el agrandamiento del bazo e hígado, alta mortalidad, y la disminución súbita en la producción de huevos (26).

La infección debida a *Mycoplasma gallisepticum*; reduce la producción de huevos del 10 al 20% (74). Se ha afirmado que empleando programas de vacunación adecuados se puede proveer protección significativa contra la baja de producción en ponedoras causada por *Mycoplasma gallisepticum* (11).

En este sentido, la industria avícola mexicana ha sufrido debido a la combinación de la crisis económica con la presencia de la influenza aviar en México. Se reporta que en noviembre de 1995 la cepa de influenza aviar presente en México era levemente patógena; y que en diciembre de 1994 la cepa de esta enfermedad conocida como H5 N2 mutó y se volvió altamente patógena. Se menciona que la cepa patógena se encontró inicialmente en sólo tres estados del país que son: Jalisco, Querétaro y Puebla. Se descubrió la cepa patógena en por lo menos 64 granjas; algunas se destruyeron, pero no todas, debido en parte a la situación económica desfavorable. La cepa de baja patogenicidad estuvo

presente en otros 14 estados de la República Mexicana, la cepa levemente patógena se encontró en algunas entidades fronterizas con E.U.A. y con Guatemala (172).

Prevención de enfermedades.-

Se considera que la mejor herramienta que tiene el avicultor para prevenir enfermedades, además de la vacunación, es el suministro de aire fresco, limpio y balanceado. En el invierno y las estaciones frescas cuando los galpones están más cerrados hay más casos de enfermedades respiratorias. Esto se debe a que no hay suficiente aire fresco circulando, lo que irrita el sistema respiratorio tan sensible de las aves. El objetivo de la ventilación es diluir los organismos patógenos y mantenerlos a un nivel tolerable para mejorar la salud de las aves. Las razones importantes para ventilar son: suministrar una adecuada cantidad de oxígeno, limitar la acumulación de gases dañinos como el CO_2 y el amoníaco, reducir el polvo, remover la humedad excesiva y remover el calor excesivo (112).

Alteraciones.-

Para que un microorganismo produzca alteraciones en un huevo que presenta una cáscara perfecta es preciso: que contamine la cáscara, que penetre a través de los poros de la cáscara hasta las membranas internas, la cáscara debe estar mojada para que suceda la contaminación; que crezca en las membranas y alcance la clara o la yema si se hallan en contacto con dichas membranas; que se desarrolle en la clara, a pesar de las condiciones desfavorables de la misma, y llegue a alcanzar la yema, donde puede crecer con mucha mayor facilidad y estropear completamente el huevo. Las bacterias incapaces de crecer en la clara solamente podrán alcanzar la yema y prosperar en ella si está en contacto con la membrana interna de la cáscara. El tiempo preciso para que las bacterias penetren a través de las membranas varía con el organismo y con la temperatura, pero puede prolongarse a varias semanas cuando está a temperatura de refrigeración. Una serie de condiciones ambientales determinadas; el medio selectivo que constituye la clara y el almacenamiento a temperaturas de aproximadamente 0°C , se combinan

para limitar el número de bacterias y hongos que pueden estropear los huevos. En general, es mayor el número de huevos alterados por bacterias que por mohos (32).

Entre las alteraciones que pueden encontrarse en los huevos, de causa anterior a la puesta, está la de los huevos procedentes de gallinas tuberculosas, que son bacilíferos en el 3% de los casos; huevos con *Salmonella*, con *Pasteurella* y huevos contaminados con *Listeria* y *Toxoplasma*. Otras veces las alteraciones tienen su causa a partir de la puesta, y entre ellas están las de los huevos sucios, generalmente por excremento y que pueden dar lugar a contaminaciones exógenas. Los huevos se contaminan por numerosas bacterias del exterior que penetran a través de los poros de la cáscara; máxime si se lavan los huevos como consecuencia de la suciedad que tengan, ya que el agua disuelve la cutícula protectora que taponan los poros externamente. Las alteraciones ocasionadas por hongos, se deben a aquellos capaces de atravesar la cáscara formando colonias en su interior, en la clara. En el ovoscopio aparecen manchas de distintos tamaños; al romper el huevo se observa que las colonias formadas son de color verdoso por *Aspergillus*, azulado por *Penicillium* y grises por *Mucor*, principalmente. También se deben a hongos que se fijan en la cáscara, como consecuencia de la humedad en el local, suelen formar un moteado verdoso, de naturaleza mucóide y sólo cuando el huevo está roto o el almacenamiento es largo, es cuando penetran a la masa comestible. La putrefacción, en su comienzo, no presenta alteraciones exteriores, pero a medida que avanza se inician una serie de manifestaciones en la cáscara con jaspeado de distintas tonalidades grises o azuladas. Al agitar el huevo, se aprecia un ruido característico a bamboleo debido a la ruptura de la cámara de aire, que además, es grande. Al cascarlo, el olor también es característico a "huevos podridos" como consecuencia del anhídrido sulfuroso que se desprende. El color de la putrefacción varía de acuerdo con los gérmenes que la producen. Hay putrefacción blanca, roja, verde y negra (99).

Empaques -

Los empaques para huevo tal y como ha sido puesto por la gallina, que han dado mejores resultados, son las rejillas de cartón y las bandejas moldeadas también de cartón. Las rejillas están formadas por láminas de cartón con ranuras que permiten trabajar los huevos entre sí, formando una serie de compartimientos cuadrados en cada uno de los cuales cabe un huevo solamente. La capacidad de las bandejas al igual que la de las rejillas, es de 36 huevos cada una (138).

Actualmente, en el mercado se encuentran también bandejas con tapa de cartón o de material no biodegradable con capacidad para doce huevos cada una. En el caso del huevo en polvo, también llamado huevo deshidratado, se le empaqa en latas metálicas a las que se adiciona bióxido de carbono como conservador, y también se le empaqa en envases de plástico.

Almacenamiento.-

Los huevos de gallinas ponedoras que son recogidos y clasificados en la granja y que no son embarcados inmediatamente, se ponen en sus respectivos empaques y se almacenan en estado fresco, es decir, recién puestos y con cascarón bajo refrigeración en la granja, esto es para preservar su calidad hasta que son distribuidos fuera de la misma. Para almacenar los huevos en la granja, primero debe lavarse la cámara frigorífica con agua caliente y un detergente fuerte, después se enjuaga con una solución de hipoclorito para eliminar todo tipo de olores; terminada su limpieza, la cámara debe ventilarse hasta que se seque, posteriormente debe mantenerse una temperatura de 10°C y con un 70% de humedad relativa para mantener huevo almacenado por 10 días. Cuando se requiere almacenarlos por períodos más largos, deben seleccionarse huevos limpios que no hayan sido lavados, que no tengan defectos ni tampoco grietas en el cascarón (138).

Asimismo, los huevos rotos de desecho, generados en la granja de ponedoras, pueden ser almacenados por corto tiempo en tambos de

plástico u otro material y ser destinados al proceso de deshidratación de los mismos, siendo esto una alternativa para aprovechar al máximo la producción de huevo

Por otra parte, al huevo también se le puede almacenar congelado y deshidratado, en estas condiciones el tiempo de almacenamiento sin deterioro de la calidad puede aumentar en forma considerable, dependiendo de las medidas que se tomen para que ello ocurra. Con relación a esto, se presentan valores de tiempo y temperatura idóneos para almacenamiento de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 18

TEMPERATURAS Y TIEMPOS IDÓNEOS DE REFRIGERACIÓN PARA EL HUEVO		
CARACTERÍSTICAS	TEMPERATURA RECOMENDADA EN °C	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
ENTERO	4.4	UNA SEMANA
RESTOS DE CLARA O DE YEMA	4.4 A 7.2	DOS DÍAS
DESHIDRATADO	4.4 A 7.2	UN AÑO
RECONSTITUIDO	4.4 A 7.2	UNA SEMANA

Fuente SECRETARÍA DE SALUD, 1994 Referencia número 145

En un experimento, el almacenamiento a temperatura ambiente de los huevos cocidos, permitió el rápido crecimiento de bacterias, éstas emitieron un olor característico de desperdicio en menos de una semana de almacenamiento. Los huevos que estuvieron a temperatura ambiente durante dos días y luego se trasladaron al refrigerador, tuvieron una duración de una semana durante el verano, o un poco más si la temperatura ambiental era más fría durante el invierno. El mantener los

huevos bajo refrigeración incrementó marcadamente su duración, especialmente los que tenían cascarrón; al quitarles el cascarrón se mermó la estabilidad durante el almacenamiento a 4°C en casi un 40%, comparados con los almacenados con cascarrón. La adición de benzoato de sodio a la solución líquida donde estuvieron algunos huevos mejoró la duración de los mismos sin cascarrón, en comparación con los huevos almacenados sólo en agua sin solución de benzoato de sodio y sin el cascarrón. El experimento de almacenamiento duró 28 días, se tomaron muestras de los huevos dos veces a la semana para el conteo aeróbico total del plato y además se evaluó su apariencia, aroma, edad aparente, falta de sabor y aceptabilidad por un panel sensor (9).

Procesamiento e industrialización.-

El procesamiento del huevo inició su etapa de gran desarrollo durante la Segunda Guerra Mundial, al convencerse la industria alimentaria de las ventajas de los productos derivados del huevo. En 1985 los E.U.A., procesaron alrededor del 14% del total de su producción de huevo, lo que comprendió huevo procesado y líquido, huevo congelado y productos deshidratados. En México, la industria se ha desarrollado más lentamente sin embargo, en la actualidad se procesa cerca del 5% de la producción total de huevo en el país (25)

Alternativas de mercado -

Algunas alternativas de mercado para los productores y procesadores de huevo son:

- Huevos sin cascarrón - Huevos envasados en recipientes de plástico esterilizados, sin cascarrón
- Huevos en cartones con atmósfera modificada - En éstos, se utiliza un plástico impermeable de alta densidad (que no transpira). Los huevos son empaquetados poco después de ponerlos las gallinas, sellando posteriormente el envase. Así, los huevos despiden dióxido de carbono saturando la reducida atmósfera que los rodea, alcanzando

un equilibrio con el huevo y dejando este último de transpirar, sin disminuir su calidad independientemente de su edad. En estas condiciones, los huevos conservan su alta calidad sin necesidad de refrigeración

- Huevos líquidos - Huevo entero líquido pasteurizado, utilizado en panaderías, restaurantes, por fabricantes de dulces, en hoteles, etc., en medidas de 1 litro, ½ litro y ¼ de litro
- Huevo líquido bajo en colesterol.- Huevo con una cantidad de albúmina superior a la natural y una proporción menor de yema, reduciendo así el colesterol en un 5%
- Huevos cocinados bajos en colesterol.- Huevos revueltos preparados por un procesador con distintas cantidades de colesterol, dependiendo esto de la cantidad de yema utilizada
- Huevos duros picados.- Huevos preparados por un procesador con cantidades variables de colesterol, dependiendo de la cantidad de yemas utilizadas
- Huevos de yodo.- Se obtienen alimentando a las gallinas ponedoras con Kelp (algas marinas), haciendo que el contenido de yodo en el huevo sea elevado, en Japón se asegura que quienes consumen estos huevos disminuyen su nivel de colesterol; al parecer, existen pruebas de que esto es verdad sin saber con exactitud por qué ocurre (6).
- Huevos Criogénicos.- Los huevos criogénicos son un producto a base de gránulos o "pellets" de huevo congelado que se pueden guardar, verter, medir y descongelar en un momento; proceden de una mezcla de huevo líquido entero pasteurizado. La transición del estado líquido al sólido se demora apenas unos segundos una vez que el huevo licuado cae al super frío (-160°C), temperatura debida al nitrógeno líquido. La rapidez de la congelación está cerca de los seis segundos, lo que permite poco tiempo para que crezcan microbios

en los huevos pasteurizados y se descongelan por completo en treinta minutos (75).

- Huevo cuadrado.- Producto comercial constituido por huevo completamente cocido y reconvertido a su consistencia original, en forma de cubo que mide 17 mm cuadrados, tiene una vida de almacenamiento de 21 días y es vendido en Francia en paquetes de 24 cubos, se le conoce como el huevo cuadrado o L'APEROEUF (68).
- Huevo deshidratado y sus productos.- Los productos deshidratados de huevo o el huevo entero deshidratado o en polvo, son productos exportables, como la demuestra la solicitud hecha por la industria química del Lejano Oriente a la Asociación de Productores de Huevos Chilena para importar clara de huevo en polvo procedente de Chile; solicitando para esto información sobre las características técnicas del producto; tipo de envase requerido y todas las especificaciones sanitarias y otras exigidas por el importador (63).

La industria del huevo suministra éstos a tres diferentes áreas de procesado, dependiendo de las necesidades del comprador. Los huevos de consumo son los menos procesados representando el segmento denominado "producto" en la industria. Los que rompen huevos los procesan elaborando productos líquidos, congelados o secos, siendo utilizada la mayoría de esta producción como ingredientes de otros alimentos tales como dulces, tortas, pasteles, mayonesas, helados, etc., a este segmento se le conoce como "procesado intermediario". La tercer área se refiere al proceso posterior, éste es el segmento del "valor agregado", que incluye todos los huevos procesados en alimentos que son vendidos como productos de conveniencia. Incluye huevos cocidos, platos principales precocidos, platos con porciones controladas para la industria alimentaria y otros artículos similares, bien sea para la venta al menudeo o para su distribución en restaurantes e instituciones. El fin de las plantas de rotura de huevos y su procesado posterior es obtener su materia prima, es decir, huevos frescos, a un precio bajo para procesarlos agregándole valor y aumentando la rentabilidad del huevo para venderlo obteniendo ganancias (169).

Referente al consumo de huevo en México cabe señalar que aumentó del año de 1988 al de 1994 conforme se muestra en la siguiente tabla

TABLA 19

CAMBIOS EN EL CONSUMO PER CAPITA DE HUEVO EN MÉXICO DE 1988 A 1994							
AÑO	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
CONSUMO EN Kg	13.3	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	16.7
Fuente SÁNCHEZ-CARRILLO, 1995. Referencia número 139							

Asimismo, el huevo tiene también los siguientes usos:

TABLA 20

OTROS USOS DEL HUEVO Y DE SUS COMPONENTES	
ENTERO	Medio de cultivo, producción de vacunas, conservación de espermatozoides, fuente de anticuerpos
CASCARÓN	Fuente de calcio alimentario
ALBÚMINA O CLARA	Obtención de lisozima como agente antimicrobiano para colirios, queso, conservación de hortalizas y de carne y fabricación de pastas de dientes; obtención de avidina para enlace de la biotina y usada en la separación cromatográfica, obtención de conalbúmina que enlaza hierro (antioxidante natural en potencia)
YEMA	Obtención de lecitina como emulsificante y para investigación química, obtención de fosvitina para enlace de lones metálicos (antioxidante natural en potencia)
Fuente NUESTRO ACONTECER AVÍCOLA, 1994. Referencia número 126	

También, el huevo en polvo se usa para alimentar lechones (174).

Tratamiento enzimático -

El tratamiento enzimático al que se refiere este trabajo, tiene la función de evitar que el huevo deshidratado se deteriore durante su almacenamiento, este deterioro llega a manifestarse por el oscurecimiento del producto. En este tratamiento enzimático por acción de la glucosa oxidasa y de la catalasa, se cataliza la oxidación de la glucosa obteniéndose ácido glucónico en huevo en polvo o deshidratado, además, se afirma que con la utilización de este tratamiento enzimático, debido a la intervención del peróxido de hidrógeno, se reduce el conteo bacteriano (103, 104)

Legislación alimentaria -

En México existen normas oficiales cuya función es garantizar la calidad microbiológica de algunos alimentos, entre ellas, están las que se refieren a la determinación del número más probable de gérmenes, a la preparación y dilución de muestras de alimentos para análisis microbiológicos, al muestreo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, a la cuenta de organismos coliformes, a la cuenta de organismos coliformes fecales, al método general de investigación de *Salmonella* en alimentos, a la cuenta de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en alimentos, y al huevo entero deshidratado o en polvo; dichas normas han sido tomadas como referencia para los fines de este trabajo. Para realizar una evaluación microbiológica más completa en huevo deshidratado o en polvo, desde el punto de vista del control de calidad del producto, se incluiría además de las normas oficiales citadas a la cuenta de bacterias mesófilas aerobias, y a la del método de conteo de hongos y levaduras en alimentos (115-124).

- Norma oficial mexicana correspondiente al huevo en polvo.-

Específicamente, la Norma Oficial Mexicana correspondiente al huevo en polvo establece lo siguiente:

"El huevo entero deshidratado o en polvo, es el producto elaborado por eliminación del agua de constitución del huevo, por procedimiento tecnológico adecuado y apto para el consumo humano. Las especificaciones que se señalan sólo podrán cumplirse cuando en la fabricación de los productos se utilicen materias primas o ingredientes de buena calidad sanitaria con la tecnología adecuada y se elaboren en locales o instalaciones bajo condiciones higiénicas. Esta norma oficial establece las especificaciones que debe cumplir el producto denominado huevo entero deshidratado o en polvo empleado en la industria alimentaria" (120)

Para el desarrollo del muestreo y la verificación de las especificaciones que se establecen en la Norma Oficial Mexicana correspondiente al huevo entero deshidratado o en polvo, se deben aplicar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes (120):

- NOM-F-83 Determinación de humedad en alimentos
- NOM-F-66 Determinación de cenizas
- NOM-F-68 Determinación de proteínas
- NOM-F-89 Determinación de extracto etéreo
- NOM-F-312 Determinación de reductores directos y totales
- NOM-F-336 Determinación de colesterol
- NOM-Y-50 Determinación de pentóxido de fósforo
- NOM-F-329 Determinación de acidez en el huevo
- NOM-F-317 Determinación de pH en alimentos
- NOM-F-253 Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias

- NOM-F-254 Cuenta de organismos coliformes
- NOM-F-255 Cuenta de hongos y levaduras
- NOM-F-304 Método general de investigación de *Salmonella* en alimentos
- NOM-F-308 Cuenta de organismos coliformes fecales
- NOM-F-310 Cuenta de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en alimentos.
- NOM-B-231 Requisitos de las cribas para clasificación de materiales
- NOM-R-18 Muestreo para la inspección por atributos

Para los efectos de la Norma Oficial Mexicana sobre huevo en polvo se establecen las siguientes definiciones:

- "Huevo entero deshidratado o en polvo.-

Es el producto en polvo obtenido del huevo fresco o conservado, limpio, sano y revisado a trasluz (alumbrado), al cual se le ha removido el cascarón, el germen y las chalazas, estabilizado opcionalmente, adicionado o no de aditivos permitidos, pasteurizado y sometido a un proceso tecnológico de deshidratación.

- Huevo fresco.-

Se entiende por huevo fresco de gallina, el cuerpo de figura esférica producido por dichas aves domésticas y que está constituido principalmente por el cascarón, membranas, cámara de aire, clara, chalazas, yema y germen. Para fines prácticos se considera como huevo fresco aquel cuyas características sensoriales así como sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas se mantengan a un nivel óptimo de

calidad comestible y cuya edad desde el momento de la puesta no pase de 14 días

- Huevo fresco refrigerado.-

Es el huevo fresco que ha sufrido tratamiento de refrigeración adecuado y ha sido almacenado bajo condiciones tales que permitan prolongar su calidad comestible

- Huevo líquido pasteurizado.-

Es el huevo entero y líquido, utilizado como materia prima en la elaboración del huevo entero deshidratado o en polvo, el cual ha sido procesado térmicamente a fin de asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos viables y específicamente de *Salmonella*

- Huevo pasteurizado y congelado.-

Es el huevo entero líquido y pasteurizado que ha sido sometido a un proceso adecuado de congelación

- Huevo estabilizado y pasteurizado (sin glucosa).-

Es el huevo entero líquido, al que se le ha reducido su contenido natural de glucosa hasta menos de 0.01% sobre base húmeda, mediante tratamiento enzimático o por fermentación controlada, pasteurizado con el objeto de evitar cambios indeseables durante su almacenamiento, congelado o como huevo en polvo

El producto objeto de la Norma Oficial Mexicana sobre huevo en polvo, se clasifica en un tipo con 2 grados de calidad, designados como: huevo entero deshidratado o en polvo grado A y huevo entero deshidratado o en polvo grado B

El huevo entero deshidratado o en polvo (grado A y B) debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Especificaciones sensoriales -

Color De amarillo pálido o anaranjado característico

Olor Suave, característico

Sabor Suave, característico

Aspecto Polvo homogéneo libre de partículas duras, quemadas o extrañas

Textura Blanda, aterciopelada

- Especificaciones físicas y químicas.-

El huevo entero deshidratado o en polvo grado A y B debe cumplir con las especificaciones físico-químicas anotadas en la tabla siguiente:

T A B L A 21

ESPECIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS DEL HUEVO EN POLVO GRADO A Y B		
ESPECIFICACIONES	VALORES EN %	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Humedad		5.0
Sólidos totales por diferencia	95	
Cenizas	3.6	4.0
Proteínas (N x 6.68)	47.6	
Extracto etéreo	38	42
Reductores directos y totales expresados en glucosa (1)	2.5	4.1
Colesterol	1.8	
P ₂ O ₅	1.850	
Acidez en ml (2)	0.002	0.003
Granulación	100 pasa a través de la malla N° 5 M (3)	
pH	7.5	8.5

Fuente: NOM-F-330-S-1979. Referencia número 120.

1) Para huevo entero en polvo estabilizado el contenido máximo de glucosa será de 0.1%

2) Reportada en ml de solución 0.05 N de etilato de sodio por un g de extracto etéreo

3) Equivalente a la malla 16 U.S.B.S." (120)

- Especificaciones microbiológicas.-

El huevo entero deshidratado o en polvo grado A y B no debe contener toxinas microbianas u otras sustancias tóxicas y debe cumplir con las especificaciones de la tabla siguiente: (120).

T A B L A 22

ESPECIFICACIONES	Col/gramo máximo	
	Grado A	Grado B
Cuenta de mesofílicos aerobios	25,000	50,000
Organismos coliformes	10	10
Hongos y levaduras	10	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	negativo	negativo
<i>Salmonella</i> (en 25 g)	negativo	negativo
<i>Escherichia coli</i> (en 0.1 g)	negativo	negativo

Fuente: NOM-F-330-S,1979. Referencia número 120.

- Aditivos permitidos por la Secretaría de Salud -

Antiaglomerante: Dióxido de Silicio, no más de 1% (120).

- Materia extraña.-

El producto objeto de la Norma Oficial Mexicana sobre huevo en polvo, debe estar libre de impurezas, sustancias químicas, materias extrañas como restos o excretas de plagas, parásitos u otras materias y dentro de los límites residuales de plaguicidas permitidos por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y la Secretaría de Salud (120).

- Muestreo.-

El sistema de muestreo empleado para comprobar la calidad del producto sujeto a Inspección, puede fijarse por convenio entre las partes interesadas, a falta de este acuerdo se establece el siguiente método de muestreo de aceptación de lotes del producto objeto de esta norma, empleando la Norma Oficial Mexicana NOM-R-18 en vigor, considerando un nivel de calidad aceptable de 1%, de acuerdo a la siguiente tabla:

T A B L A 23

MUESTREO SIMPLE			
LOTE DE PRUEBA	TAMAÑO DE MUESTRA	Nº DE ACEPTACIÓN	Nº DE RECHAZO
N	n	Ac	Re
2 - 8	2	0	1
9 - 15	3	0	1
16 - 25	8	0	1
26 - 50	8	0	1
51 - 90	13	0	1
91 - 150	20	0	1
151 - 280	32	0	1
281 - 500	50	1	2
501 - 1200	80	2	3
1201 - 3200	125	3	4
3201 - 10000	200	5	6
10001 - 35000	315	7	8
35001 - 150000	500	10	11

Fuente NOM-F-330-S-1979, Referencia número 120.

- Criterio de aceptación.-

Cuando el número de unidades de producto que no cumpla con una o varias de las especificaciones de la norma sea igual o menor al número de aceptación (columna 3a., de la Tabla 23) se acepta el lote. Si el número de unidades de producto no cumple con una o varias de las especificaciones que la norma indica y es igual o mayor al número de rechazo (columna 4a., de la Tabla 23) el lote de prueba se rechaza. Para fines de control sanitario la toma de muestra se llevará a cabo por inspector sanitario autorizado y podrá ser del producto, de la materia prima utilizada, de las sustancias que directa o indirectamente estén en contacto con el mismo durante su elaboración, manipulación, mezcla, acondicionamiento, envase, almacenamiento, preparación, expendio o suministro al público y se aplicará el sistema de muestreo que la Secretaría de Salud tiene establecido. Así como los métodos de prueba que sean necesarios para su control (120)

- "Métodos de prueba.-

Para la verificación de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana sobre huevo en polvo, se deben aplicar los métodos de prueba vigentes, indicados en la parte correspondiente" (120).

- Marcado o etiquetado en el envase.-

Cada envase debe llevar una etiqueta o impresión permanente visible e indeleble con los siguientes datos, nombre del producto, precisando si es estabilizado; grado de calidad, marca registrada o símbolo del fabricante, equivalente del producto en huevo líquido de 1:4, contenido neto expresado en gramos o kilogramos o con las abreviaturas oficiales, nombre del fabricante o dé la razón social del mismo y domicilio donde se elabore el producto y en su caso el nombre y domicilio del distribuidor autorizado, la leyenda "Hecho en México", nombre del aditivo, su función y porcentaje, el número de lote y la fecha de elaboración; el número de registro y texto de las siglas: Reg. S.S.A No. ____ "A", y demás datos que

exijan el reglamento respectivo o las disposiciones de la Secretaría de Salud (120)

- "Envasado -

Envase unitario: debe ser envasado en recipientes de material sanitario y resistente que no altere las propiedades físicas, químicas y sensoriales del producto y lo proteja contra contaminaciones y deterioros del mismo" (120)

Con relación a lo anterior, se tiene que los materiales utilizados para recipientes de contacto directo con los alimentos deben presentar las siguientes características: superficie lisa, continua, sin porosidad ni revestimientos; no deben modificar el olor, color y sabor de los alimentos; ser atóxicos y no deben reaccionar con los alimentos; se puede utilizar el vidrio, acero inoxidable, policloruro de vinilo y aluminio, polietileno de alta densidad y polietileno tereftalato, o bien, materiales que bajo condiciones de uso continuo presenten características iguales a las de los materiales ya citados. Los materiales utilizados para el empaque de alimentos durante su almacenaje o transporte en seco, deben ser desechables y cumplir con las características de los materiales de superficie lisa; además de los materiales ya mencionados, se puede utilizar también, polipropileno, polietileno, polibond, alubond, polifán o materiales que presenten características iguales a las de los anteriores. En este sentido, cabe señalar que los materiales de superficie inerte son aquellos que cumplen con las características de superficie lisa y presentan resistencia al desgaste, al impacto, a la oxidación y a la corrosión; pudiéndose utilizar el acero inoxidable (NMX-B-326-1993), o cualquier otro material que bajo condiciones de uso continuo cumpla con las características señaladas (143).

- "Embalaje.-

Los envases unitarios cuyas dimensiones y peso lo permitan se agruparán en cantidades adecuadas en cajas de cartón u otro material que proteja al producto de la humedad debiendo conservarse en lugares frescos y secos

- Marcado en el embalaje -

Deben anotarse los datos del marcado en el envase y todos aquellos otros que se juzguen convenientes tales como las precauciones que debe tenerse en el manejo y uso de los embalajes y envases" (120).

- Almacenamiento.-

El producto terminado debe conservarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señale la Secretaría de Salud (120).

- "Apéndice A.-

La temperatura para la pasteurización por el método continuo debe tener un límite máximo de 61°C y mínimo de 60°C durante 3.5 a 4 minutos

El huevo líquido pasteurizado, deberá enfriarse y conservarse a 4.4°C o menos, a no ser que se vaya a deshidratar o estabilizar inmediatamente después de la pasteurización.

El huevo pasteurizado y congelado deberá mantenerse a temperatura inferior a 18°C bajo cero

El huevo entero deshidratado o en polvo, deberá contener no menos del 33% de clara de huevo, calculado sobre materia seca" (120).

De acuerdo a lo anterior y específicamente relacionado con la producción de huevo, este trabajo se refiere al huevo de gallina (*Gallus domesticus*) (120)

- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.-

En su título primero acerca de las disposiciones generales, capítulo único y artículo primero establece que este reglamento es de aplicación en todo el territorio nacional y sus disposiciones son de orden público e interés

social El título séptimo con capítulo único integrado por doce artículos establece en lo referente al huevo y sus derivados lo siguiente (143):

ARTÍCULO 608.- Se entiende por huevo, el producido por la gallina (*Gallus domesticus*); los huevos de otras aves que sean aceptables para consumo humano, se designarán indicando adicionalmente la especie de que procedan.

ARTÍCULO 609.- La Secretaría establecerá en las normas técnicas correspondientes las características sanitarias de mezclado, refrigerado, pasteurizado, deshidratado, congelado y otras operaciones que integran el proceso del huevo y sus derivados

ARTÍCULO 610.- El huevo fresco es aquel que se ha sometido a proceso de limpieza en seco, que observado a trastuz o mediante el ovoscopio, aparecerá completamente claro, sin sombras, y su cámara de aire tendrá hasta 5 mm de profundidad. El cascarón debe estar libre de fracturas y fisuras, la clara, transparente y firme, sin presentar turbiedad; la yema de color amarillo paja o amarillo anaranjado y centrada en el huevo.

ARTÍCULO 611.- El huevo fresco, además de cumplir con los requisitos señalados con anterioridad, debe guardar las siguientes características:

I En el momento de la recepción para su venta, no tendrá más de 24 horas de ovado y al ser entregado al público, deberá conservarse a una temperatura de hasta 20°C, por un lapso máximo de 10 días, y

II Que las explotaciones avícolas estén exentas de enfermedades infecciosas propias de estas aves, como son: tuberculosis, pullorosis, salmonelosis y otras que determina la Secretaría de Salud

ARTÍCULO 612.- Se prohíbe el empleo, suministro y expendio de huevo que presente alguna o varias de las siguientes características:

I Estar alterado, presentando mal olor y sabor,

- II Estar sucio, con cáscara manchada de sangre o excremento;
- III Tener la clara de color verdoso;
- IV Tener el disco germinal desarrollado;
- V Estar incubado;
- VI Estar desprovisto de yema;
- VII Estar contaminado con bacterias u hongos;
- VIII. Que la cámara de aire sea mayor de 5 mm de profundidad;
- IX. Que presente fracturas;
- X Que presente cuerpos extraños o parásitos;
- XI. Que se encuentre laminada la clara y poco consistente, y
- XII Que provenga de aves en cuyo alimento se le haya adicionado colorantes de los denominados "Sudanes".

ARTÍCULO 613.- El lavado de los productos a que se refiere este capítulo deberá efectuarse en los términos y condiciones que establezca la norma respectiva

ARTÍCULO 614.- Se entiende por huevo fresco refrigerado, al que cumple con las características señaladas en los artículos anteriores y que inmediatamente después de ovado se almacena y mantiene en cámaras de refrigeración a temperatura de 0°C a 2°C, con humedad relativa entre 73% a 80% y con ventilación adecuada; el tipo de almacenamiento en dichas condiciones, no sobrepasará a los 30 días después de su obtención.

ARTÍCULO 615.- Se entiende por huevo conservado en refrigeración aquel que cumple con las características señaladas en los artículos 610 y

611 de este reglamento y que inmediatamente después de ovado se almacene y mantenga en cámaras de refrigeración a temperatura controlada entre -1.6°C y 0.5°C , con humedad entre 35% y 92% y ventilación adecuada. El tiempo de almacenamiento en estas condiciones no excederá de nueve meses.

ARTÍCULO 616.- Los derivados del huevo son los siguientes:

- I Huevo entero líquido;
- II Yema líquida;
- III Clara líquida;
- IV. Huevo entero congelado;
- V Yema congelada;
- VI. Huevo entero deshidratado;
- VII Yema deshidratada, y
- VIII. Clara deshidratada

ARTÍCULO 617.- Queda prohibida la recongelación de huevo, yemas y claras.

ARTÍCULO 618.- Las condiciones sanitarias que deben guardar los derivados del huevo, son las siguientes:

- I Deberán ser pasteurizados, en su caso, de acuerdo a lo que determine la norma correspondiente;
- II Deberán estar exentos de gérmenes patógenos;

III. En los casos de huevo entero, yema o clara deshidratada, podrán adicionarse los siguientes antiaglomerantes: dióxido de silicio, máximo 1% y silicoaluminato de sodio; máximo 2%.

IV. Se permite utilizar el fosfato monosódico o monopotásico al 0.5%, para el caso de huevo entero congelado;

V. En el proceso de la obtención de huevo entero, yema o clara deshidratados, se permite agregar la enzima glucosa-oxidasas-catalasa, peróxido de hidrógeno o levadura (*Sacharomyces cereviziae*) y, en su caso, catalasa;

VI. El tiempo de utilización de los derivados de huevo sin refrigeración y congelado, con excepción de los deshidratados es de 24 horas, y

VII. De acuerdo a cada derivado en particular, la Secretaría de Salud dictará las normas correspondientes y los demás requisitos sanitarios a que debe sujetarse el proceso de los productos a que se refiere este título.

ARTÍCULO 619 - El etiquetado de los derivados del huevo, además de ostentar las leyendas que comprendan lo señalado en el artículo 210 de la Ley, deberá especificar claramente cuando:

I. Se reduzca su contenido de glucosa, debiendo figurar inmediatamente después de la denominación específica, el texto ... "Estabilizado, glucosa removida", y

II. Si contiene antiaglomerante, indicará: "Contiene no más de 1% de dióxido de silicio como antiaglomerante" o "Contiene menos de 2% de silicoaluminio de sodio como antiaglomerante".

- Anteproyecto de Norma de Calidad del Huevo Fresco de Gallina.-

En México, a principios de 1991, se sometió ante la Dirección General de Normas de la SECOFI el Anteproyecto de Norma de Calidad del Huevo Fresco de Gallina, como resultado de las presiones de índole comercial

sobre este país debido a los cambios constantes del mercado mundial (136)

- Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Huevo, sus productos y derivados.-

El 26 de agosto de 1997 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación, el "Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996, Bienes y Servicios. Huevo, sus productos y derivados"; este proyecto de norma establece las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir el huevo, sus productos y sus derivados; al respecto, cabe señalar que diversos conceptos presentados en este trabajo sobre el sistema HACCP, tienen relación congruente y directa con el citado proyecto de norma oficial mexicana.

- Relación con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC).-

En el contexto de este trabajo y debido a que tanto el huevo como materia prima, así como sus productos y derivados, pueden ser objeto de importación o de exportación entre México, Estados Unidos de América y Canadá, se tiene que el decreto de promulgación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 20 de diciembre de 1993, establece en su capítulo VII, concerniente al sector agropecuario y medidas sanitarias y fitosanitarias, lo relacionado con: normas técnicas y de comercialización agropecuarias; productos lácteos, avícolas y de huevo y, específicamente, en el caso del huevo, se refiere a huevos de ave en cáscara, yemas de huevo secas, yemas de huevo frescas, huevos de ave sin cáscara secos, huevos de ave sin cáscara frescos (incluso fértiles), huevos congelados o en polvo. Asimismo, en lo relacionado con medidas sanitarias y fitosanitarias, menciona la necesidad de contar con un marco de reglas y disciplinas que guíen el desarrollo, la adopción y el cumplimiento de medidas sanitarias y fitosanitarias, así como el efecto que la aplicación de estas medidas pueda tener en el comercio entre las partes participantes en el TLC. En este sentido, afirma que cada una de las partes participará, en el

mayor grado posible, en las organizaciones de normalización pertinentes internacionales y de América del Norte, incluyendo la Comisión del Codex Alimentarius y la Oficina Internacional de Epizootias, con la finalidad de promover el desarrollo y la revisión periódica de las normas, directrices y recomendaciones Internacionales; así, sin reducir el nivel de protección de la vida o la salud humana, animal o vegetal, las partes buscarán, con el mayor grado posible, la equivalencia de sus respectivas medidas sanitarias y fitosanitarias; también, establece la necesidad de realizar una evaluación de riesgo y una determinación del nivel de protección adecuado, que incluya la determinación de la relación costo-eficiencia de las opciones para limitar los riesgos en el ámbito de la vigilancia epidemiológica.

Señala que, cuando una medida sanitaria o fitosanitaria de una parte importadora requiera realizar un procedimiento de control o inspección en la etapa de producción, la parte exportadora adoptará, a solicitud de la parte importadora, las medidas razonables de que disponga para facilitar el acceso a su territorio y proporcionará la asistencia necesaria para facilitar a la parte importadora realizar su procedimiento de control o inspección; también señala que una parte que mantenga un procedimiento de aprobación podrá requerir su autorización para el uso de un aditivo, o el establecimiento de un nivel de tolerancia para un contaminante en un alimento, bebida o forraje, de conformidad con este procedimiento, antes de conceder el acceso a su mercado doméstico a los productos citados que contengan ese aditivo o ese contaminante. Cuando tal parte, así lo requiera, podrá utilizar una norma, directriz o recomendación internacional pertinente, como la base para conceder acceso a tales productos hasta que complete el procedimiento respectivo. Además, las partes establecen un Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, integrado por representantes de cada una de las partes con responsabilidades en asuntos sanitarios y fitosanitarios; considera como contaminantes a los residuos de plaguicidas y fármacos veterinarios, así como otras sustancias extrañas, a la evaluación de riesgo la define como la probabilidad de entrada, radicación y propagación de una plaga o una enfermedad con sus posibles consecuencias biológicas y económicas relacionadas, y como la probabilidad de presentación de

efectos a la vida o a la salud humana o animal provenientes de la presencia de un aditivo, contaminante, toxina, o un organismo causante de enfermedades presente en un alimento, bebida o forraje.

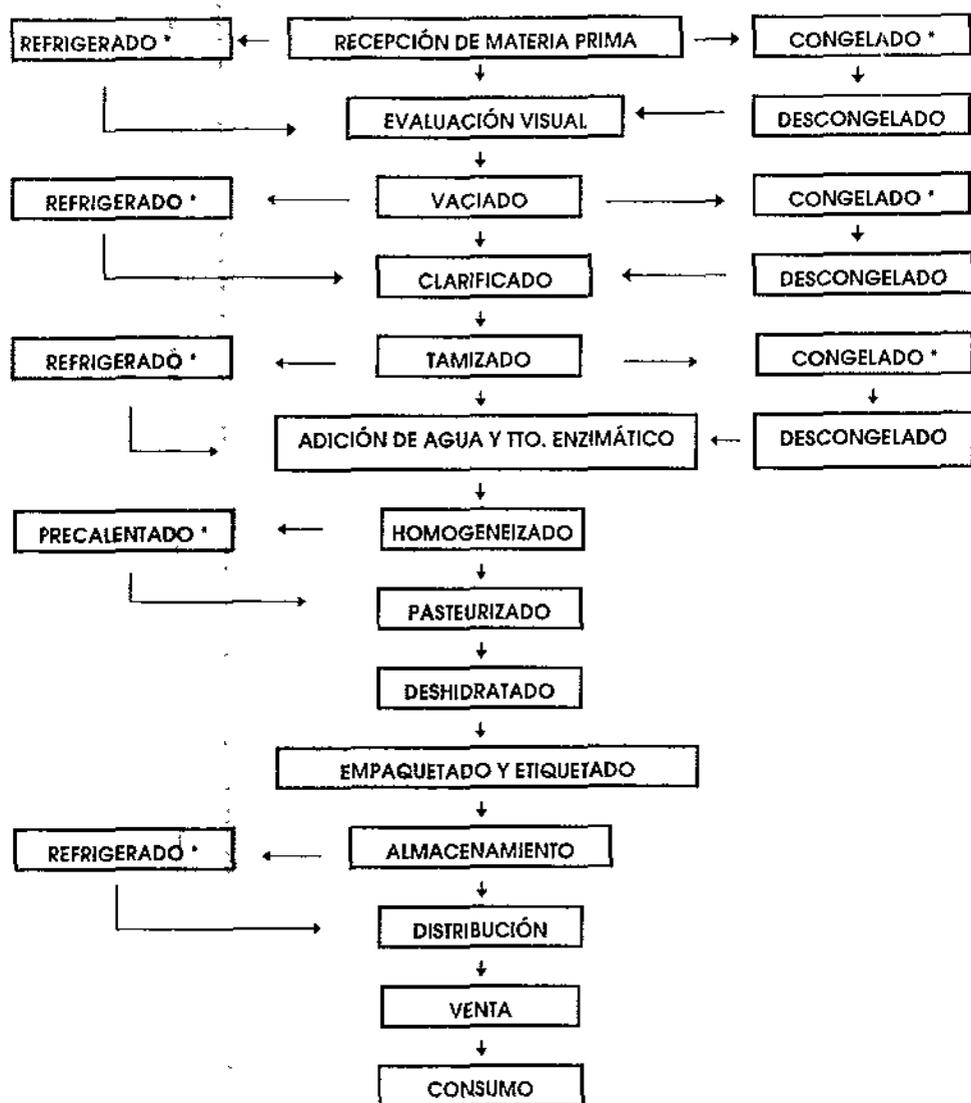
Incluye, criterios relativos al producto final, métodos de proceso o producción relacionados con el producto, pruebas, inspecciones, certificaciones o procedimientos de aprobación, métodos estadísticos relevantes, procedimientos de muestreo, requisitos en materia de empaque y etiquetado directamente relacionados con la seguridad de alimentos, y regímenes de cuarentena asociados con el transporte de animales o vegetales, o con el material necesario para su sobrevivencia durante el transporte; asimismo, establece que, procedimiento de aprobación significa cualquier procedimiento de registro, notificación o cualquier otro procedimiento administrativo obligatorio para aprobar el uso de un aditivo para un fin definido o bajo condiciones definidas, o para establecer una tolerancia para un fin definido o con apego a condiciones definidas para un contaminante; finalmente, establece que las normas, directrices o recomendaciones internacionales son aquellas que tienen relación directa con la seguridad de alimentos y son establecidas por la Comisión del Codex Alimentarius, incluyendo las relacionadas con la descomposición de los productos, considerando además aditivos alimentarios, contaminantes, prácticas en materia de higiene y métodos de análisis y muestreo; las normas, directrices o recomendaciones internacionales con relación a la salud animal y zoonosis, son las elaboradas bajo los auspicios de la Oficina Internacional de Epizootias.

C. IDENTIFICACIÓN DEL USO DEL PRODUCTO POR PARTE DE LOS CONSUMIDORES.

El huevo deshidratado o en polvo puede tener, además del uso industrial que ya tiene desde hace años, un uso doméstico. En el caso del uso industrial, éste se refiere a la utilización de tal producto, por ejemplo, en la panificación industrial a gran escala; en este sentido, destaca el hecho de que en la elaboración de la norma oficial mexicana correspondiente al huevo en polvo o deshidratado, participó una de las empresas de panificación industrial más importantes en México (BIMBO, S.A.), la cual, incluye en la formulación de sus productos al huevo en polvo. El huevo en polvo también puede ser utilizado industrialmente en otros productos que en su formulación requieran al huevo como uno de sus constituyentes, ya sea para producción a gran escala o para producción más limitada en su cantidad; así, se tiene que al huevo en polvo se le puede incluir en la elaboración de pastas para sopas, harinas para pasteles, etc., así como en la preparación del mismo ya reconstituido en establecimientos dedicados al suministro de comida rápida. Por otra parte, el consumo doméstico del huevo en polvo se refiere al uso y posterior consumo de este producto a partir de empaques conteniendo pequeñas cantidades del mismo, por ejemplo, reconstituyéndolo de acuerdo a las instrucciones del paquete que lo contiene para su consumo, de preferencia inmediato, previo cocinado del mismo tanto para raciones individuales como colectivas, también como constituyente de panes y pasteles elaborados a nivel casero. Tanto el uso industrial como el doméstico del huevo en polvo o deshidratado pueden ser objeto ya sea de una sobreformulación en los productos industriales o de un sobreconsumo a nivel doméstico; en este último caso, por ejemplo, al comerlo en polvo sin reconstituirlo adecuadamente; por lo que es de singular importancia que tal producto cumpla totalmente con las especificaciones sanitarias ya establecidas previamente, esto con la obvia finalidad de evitar infecciones o intoxicaciones alimentarias debidas al consumo de este producto en las condiciones ya señaladas o en condiciones de consumo consideradas como normales; es en este contexto en el que la aplicación del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control tiene como finalidad

garantizar la producción de huevo en polvo o deshidratado con la característica de ser un alimento seguro para los consumidores, lo cual resulta particularmente importante cuando los consumidores de este producto son los niños, los ancianos y los individuos débiles o inmunocomprometidos; en este último caso, el huevo en polvo tendría un uso hospitalario para la alimentación de los pacientes principalmente, y probablemente de los recursos humanos hospitalarios. El mercado potencial del huevo en polvo incluye su uso a nivel empresarial, es decir, su utilización en los comedores para empleados en general, su suministro como parte del servicio de comida en los aviones de pasajeros, en la alimentación animal, etc.

D. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO



* OPERACIONES OPCIONALES.- EN GENERAL, PREFERENTEMENTE SE RECOMIENDA NO APLICARLAS; ESTO, CON LA FINALIDAD DE EVITAR POSIBLES DETERIOROS EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO.

Descripción de las operaciones del proceso de producción de huevo en polvo.-

A continuación se describe cada una de las operaciones del proceso de producción de huevo en polvo o deshidratado, tales operaciones son las siguientes:

a) Recepción de materia prima.-

La materia prima es, en este caso, el huevo líquido proveniente de huevos rotos desechados por este motivo; contiene yemas, claras, chalozas, membranas y cascarrones; se le transporta como tal en recipientes o tambos de plástico o de metal, ambos con tapa, de varias capacidades; refrigerada o congelada, o bien, sin estos tratamientos térmicos, se le recibe en la planta deshidratadora de huevo en el área específicamente destinado para tal efecto.

b) Evaluación visual.-

Esta operación se refiere a la atenta inspección de la materia prima en lo que se refiere a características sensoriales tales como el color, el olor y la textura o consistencia, así como el aspecto general de la misma en cuanto a presencia de sólidos y/o líquidos considerados no comunes en ella; asimismo, el aparente grado de fluidez presentado para detectar posibles adulteraciones, principalmente con agua y/o con otros líquidos o sólidos. Se debe considerar en este punto a la materia prima como una mezcla de yemas, claras, chalozas, membranas y cascarrones, y que por lo mismo presentará cierto grado variable de dificultad para identificar a cual o cuales de los constituyentes de esta mezcla pertenecen la o las características observadas o detectadas; sin embargo, una inspección cuidadosa y detallada proporcionará datos muy importantes y valiosos para evaluar visualmente a dicha materia prima. Así, se tiene que los cascarrones observados deberán ser de color blanco o de color marrón (también llamado rojo o café), por su tamaño, aún estando rotos, deberán indicar que son cascarrones de gallina; esto último podría parecer obvio, no obstante, existe la posibilidad de que en la materia prima estuvieran

presentes cascarañes, y por consiguiente huevos, que en vez de ser de gallina fueran de pata, de guajolota o hasta de codorniz; así, en el caso de los huevos de pata anormalmente presentes en la materia prima, se incrementaría la probabilidad de contaminación por organismos del género *Salmonella*, además de que al no haber únicamente huevos de gallina, se alterarían las características físicas y químicas del producto final. En este contexto, se debe determinar el grado de suciedad y/o limpieza de los cascarañes observados. Asimismo, la clara o albúmina presentará normalmente una consistencia de espesa a fluida o totalmente fluida y tendrá normalmente un color amarillo verdoso. Con relación a la yema, se tiene que ésta puede presentar una mancha ovalada conocida como disco germinativo, mácula o cicatrícula, la yema puede presentar manchas de sangre de diferentes tamaños y en cantidades variables, a este respecto se ha afirmado que tales manchas de sangre no afectan adversamente el valor nutritivo del huevo y son formadas, principalmente, como consecuencia de una deficiencia de vitamina A en la ración de las ponedoras, se puede observar un moteado característico en la yema debido a la presencia de nicarbacina en la dieta de las gallinas, así como por la asociación de piperazina, fenotiazina y dibutildilaurato en la ración, teniendo el gusano presente en los huevos almacenados, el mismo efecto; también, pueden observarse yemas blancas provenientes de huevos de gallinas alimentadas con maíces blancos pobres en carotenoides; presentándose el mismo efecto al alimentar a las ponedoras con avenas pulverizadas, harinas de avena, harinas de ciertos pescados, etc.; las yemas de color azul, magenta, verde y rosa, pueden indicar que provienen de gallinas alimentadas con colorantes o tintes solubles en alcohol no aprobados para este uso en los E.U.A.; las yemas anormalmente amarillas podrían indicar deposición del antibiótico clortetraciclina, en ocasiones llegan a presentarse yemas de color platino, pudiendo estar involucrada en este hecho la infestación por *Capillaria* u otros agentes; las yemas pálidas pueden originarse por dosis muy altas de vitamina A en la ración de las ponedoras. Las chalazas se observan como formaciones trenzadas de color amarillo verdoso similar al de la clara. Las membranas tanto interna como externa del cascarañ son de color blanco y muy delgadas, estando casi completamente unidas entre ellas salvo en la cámara de aire donde se separan, también puede encontrarse la

membrana de la yema del color de ésta. El olor de esta mezcla debe indicar ausencia de putrefacción, tampoco debe oler a desinfectantes, jabones, detergentes, insecticidas, o a otras sustancias ajenas al huevo de gallina. La textura de esta mezcla debe conservar las características propias de los elementos que la forman y de la mezcla de éstos; asimismo, no debe presentar sólidos o líquidos extraños a tales elementos.

c) Refrigerado.-

Operación opcional consistente en disminuir la temperatura tanto de la materia prima como del producto terminado dentro de los límites establecidos y considerados como adecuados dentro del proceso de producción, esta operación puede presentarse después de las etapas de recepción de materia prima, vaciado, tamizado y almacenamiento.

d) Congelado -

Operación opcional consistente en disminuir la temperatura de la materia prima, por debajo de la temperatura de refrigeración, dentro de los límites establecidos y considerados como adecuados dentro del proceso de producción, esta operación puede presentarse después de las operaciones de recepción de materia prima, vaciado y tamizado.

e) Descongelado.-

Operación subsiguiente a la operación opcional de congelado llegando a la temperatura de refrigeración.

f) Vaciado.-

El vaciado es la acción de cambiar a la materia prima desde el o los recipientes para su transporte a los recipientes de la planta deshidratadora de huevo, esto debe hacerse de tal manera que se evite el incremento de la contaminación de origen en esta operación, es decir, el vaciado debe realizarse de modo que el local donde se lleve a cabo esté cerrado y no expuesto a corrientes de aire portadoras de contaminantes físicos,

químicos o biológicos (simultáneamente debe haber una adecuada ventilación). Los recipientes donde se vacíe la materia prima deberán estar perfectamente limpios y tener tapa, así como marcas externas fácilmente visibles e indelebles de material no tóxico para su identificación. Deben existir condiciones para refrigerar o congelar la materia prima en caso de que esto fuera necesario; ésta, sin embargo, de preferencia debe ser utilizada lo más pronto posible para evitar que, al ser el huevo un excelente alimento para las bacterias, aumente el crecimiento microbiano en ella más allá de lo inevitable. El lugar donde se vacíe la materia prima deberá estar bien iluminado y el vaciamiento de ésta deberá ser lento para que así se esté en condiciones de detectar cualquier anomalía, que pudiera haber pasado inadvertida en la operación previa de evaluación visual.

g) Clarificado.-

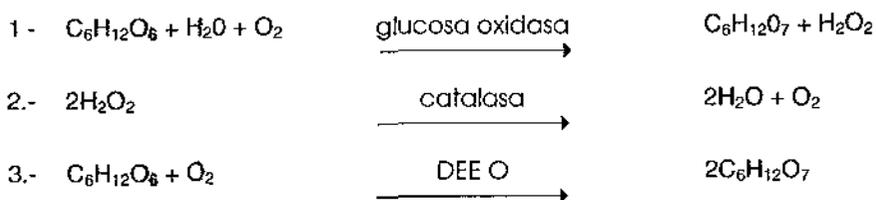
Esta operación consiste en eliminar de la materia prima todos los cascarones presentes en ella, tal operación puede realizarse con tamices de acero inoxidable o de otro material adecuado y que permitan el paso del huevo líquido impidiendo el paso de los cascarones fragmentados en varios pedazos; esta operación facilita en gran medida la adecuada realización del tamizado.

h) Tamizado.-

El tamizado es la acción de colar la materia prima con el fin de quitarle a ésta restos de cascarón, chalazas, membranas vitelinas, plumas de las gallinas ponedoras, restos de excremento de ponedoras, materiales extraños, etc. Para tal efecto, deben ser utilizados tamices o coladores de acero inoxidable o de otro material adecuado de un tamaño conveniente y, perfectamente limpios y desinfectados. El tamizado se realizará a partir de los recipientes donde se haya vaciado la materia prima para el clarificado. En el caso de que no se utilice inmediatamente la materia prima tamizada, se le puede refrigerar o congelar por poco tiempo antes de pasar a la siguiente operación.

i) Adición de agua y tratamiento enzimático.-

A la materia prima tamizada, que opcionalmente puede ser refrigerada, congelada y consiguientemente descongelada, se le añade agua potable y simultáneamente se le aplica un tratamiento enzimático. A este respecto, cabe señalar que las enzimas utilizadas dentro de este tratamiento enzimático son la glucosa oxidasa y la catalasa, obtenidas a partir de la fermentación controlada del *Aspergillus niger*. La glucosa oxidasa cataliza la oxidación de D-glucosa a ácido glucónico con oxígeno molecular, siendo reducido a peróxido de hidrógeno, la catalasa, como su nombre lo indica, cataliza la reacción en la cual una molécula de peróxido de hidrógeno actúa como un donador y una segunda molécula actúa como receptor de átomos de hidrógeno dando como resultado los constituyentes del agua y oxígeno molecular; así, la reacción química en este tratamiento enzimático se representa de la manera siguiente (103):



De ahí que la reacción completa se lleve a cabo hasta que la glucosa o el oxígeno molecular son acabados; lo cual, con relación a la glucosa, cumple satisfactoriamente con las especificaciones físico-químicas del huevo en polvo grado A y B establecidas en la Tabla 21. Este tratamiento enzimático ofrece a los alimentos dos tipos de protección; los alimentos sujetos a deterioro en presencia de glucosa, son protegidos por la oxidación enzimática de ésta; cuando la oxidación aérea es la causa del deterioro manifestado por pérdida de color, rancidez, sabor inestable, etc., este tratamiento enzimático ofrece protección acabando catalíticamente el oxígeno presente, esta protección es continua debido a que, en este tratamiento enzimático, los componentes enzimáticos citados no son consumidos en la reacción completa (103).

j) Homogeneizado.-

El homogeneizado consiste en dar uniformidad a la mezcla de huevo, agua y enzimas añadidas a esta mezcla; así, la materia prima ya evaluada visualmente, vaciada, clarificada, tamizada, y a la que se le haya añadido agua potable simultáneamente con un determinado tratamiento enzimático, y que de manera opcional pudo haber sido refrigerada, congelada y descongelada, pasa a la operación de homogeneizado con objeto de que las enzimas añadidas a esta mezcla, actúen adecuadamente en toda ella a fin de obtener una consistencia uniforme u homogénea. Esta mezcla puede pasar opcionalmente a la operación de precalentado, o bien, pasar directamente a la operación de pasteurizado.

k) Precalentado.-

Operación opcional que implica la elevación de la temperatura de la mezcla de materia prima homogeneizada, dentro de los límites que marque el proceso de producción, previamente a ser sometida al proceso de pasteurizado.

l) Pasteurizado.-

El *pasteurizado* es la aplicación de determinado tratamiento térmico con el fin de eliminar patógenos; en esta operación, la mezcla ya homogeneizada y adicionada con agua y tratamiento enzimático, debe ser sometida, por el método continuo de pasteurización, a una temperatura de 60°C durante 4.0 minutos, o bien, a una temperatura de 61°C durante 3.5 minutos; la utilización de la pasteurización tiene como finalidad disminuir la cantidad de flora microbiana total, así como la eliminación de microorganismos patógenos y, también, la inactivación de las enzimas capaces de funcionar con un valor de actividad de agua mucho más bajo que el mínimo requerido para sustentar el crecimiento microbiano; así se evita, adicionalmente, el deterioro enzimático del huevo deshidratado durante su almacenamiento.

l) Deshidratado.-

Procedente del pasteurizador, la mezcla ya pasteurizada es bombeada a través de una tubería hacia el deshidratador, el cual, a grandes rasgos, es una cámara cerrada a donde llega la mezcla de huevo ya pasteurizada, tiene una entrada de aire filtrado por una malla, este aire es calentado al entrar al deshidratador; este último tiene una salida por donde se recibe el huevo en polvo; además, cuenta con un panel de controles de temperatura. Así, el huevo llega al deshidratador en cuyo interior es liberado por aspersión entrando en contacto con una corriente de aire caliente en rápido movimiento, esta corriente de aire es la que deshidrata la mezcla de huevo, cayendo éste en forma de fino polvo en la salida del deshidratador.

m) Empaquetado y etiquetado.-

El huevo deshidratado debe ser inmediatamente empaquetado para evitar que su gran capacidad higroscópica ocasione que absorba humedad del ambiente, el empaquetado debe realizarse en recipientes de metal o de plástico adecuados para este fin, debidamente e individualmente identificados con todos los datos requeridos por las autoridades correspondientes, debe incluirse datos como: fecha de elaboración, fecha de caducidad, nombre del producto, número de lote y registro en la S.S.A., peso, código de barras, instrucciones para su uso, y otros datos importantes; debiendo estar todos ellos en condiciones de ser fácilmente identificables.

n) Almacenamiento.-

El producto terminado ya empaquetado y etiquetado adecuadamente, podrá ser almacenado previamente a su distribución, dicho almacenamiento puede realizarse en lugares frescos sin excesiva humedad y, en algunas ocasiones, podrá ser almacenado bajo refrigeración

ñ) Distribución.-

En este punto, el producto ya terminado es llevado a diversos lugares en donde es requerido para su utilización, la distribución implica contar con los canales y medios adecuados para llevarla a cabo efizcamente.

o) Venta.-

Aquí se busca, obviamente, el intercambio del producto denominado huevo en polvo o deshidratado por una cantidad de dinero tal que cubra los costos de producción y que genere una ganancia razonable.

p) Consumo.-

El consumo del huevo en polvo o deshidratado no es, estrictamente hablando, una etapa o fase más del proceso de elaboración de este producto; sin embargo, al ser la finalidad alimentaria de dicho proceso de producción, resulta conveniente incluirla al final de este proceso, con objeto de establecer con claridad el objetivo de todas y cada una de las operaciones del proceso de elaboración de dicho producto, en este caso, bajo el enfoque del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control.

E. DESCRIPCIÓN DE COMO DETERMINAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN LA PRODUCCIÓN DEL HUEVO EN POLVO.

(O.E. 2)

Con la finalidad de establecer como determinar los Puntos Críticos de Control (PCC's) en el proceso de producción de huevo en polvo, resulta necesario realizar, primeramente, un análisis de los riesgos asociados a cada operación del proceso y aplicar, posteriormente, los árboles de decisiones a las operaciones, para determinar en cada una de éstas si son o no un Punto Crítico de Control (PCC); así como las medidas preventivas correspondientes para el control de los riesgos encontrados. Es importante tener presente que los Puntos Críticos de Control son aplicables a cada proceso de producción en particular, por lo tanto pueden variar, dependiendo de diversos factores, de un establecimiento productor de huevo en polvo a otro, en este sentido, a manera de ejemplo, se considera importante lo siguiente:

En la producción de huevo en polvo o deshidratado, bajo los principios del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP), inicialmente, se deberá contar con las instalaciones más adecuadas para tal fin; incluyendo, por ejemplo, la temperatura ambiente del local y la humedad relativa del mismo; la orientación física de las instalaciones con relación a los vientos dominantes, disponibilidad de agua potable y servicio tanto de drenaje como de electricidad, teléfono y otros que se consideren necesarios; tales instalaciones deberán tener el mejor equipo posible para su adecuado funcionamiento, así como contar con personal debidamente capacitado y que, estando éste en el área de trabajo, no presente enfermedades gastroentéricas, respiratorias, o infecciones cutáneas u oculares principalmente; asimismo, dicho personal deberá tener una amplia comprensión de los principios de la higiene individual para estar en condiciones de aplicarlos, invariablemente, en su propio beneficio y en el del proceso de producción, también, deberá comprender plenamente la importancia de la aplicación de los principios del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo o deshidratado; lo anterior, para elaborar este producto con la más alta calidad, principalmente, desde el punto de vista de la salud pública.

Cabe señalar que, el diseño de la planta o establecimiento con base en conceptos de Ingeniería sanitaria, así como la eficiencia de un programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva, eliminan diversos riesgos dentro del proceso de producción.

En este contexto, los riesgos asociados a cada operación del proceso, así como las medidas preventivas para su control se enuncian a continuación:

a) Recepción de materia prima.-

En este caso, la materia es considerada como un "ingrediente sensitivo" al estar históricamente asociada al riesgo microbiológico de presentar contaminación por microorganismos del género *Salmonella* principalmente, así como contaminación con *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, organismos coliformes, organismos mesofílicos aerobios, hongos y levaduras. Acerca de lo anterior, existen límites críticos que deben cumplirse en el producto final y que ya han sido citados en la parte correspondiente a las especificaciones microbiológicas (Tabla 22). En este punto, la materia prima presenta un riesgo de tipo E (+) al existir un potencial sustancial de manejo excesivo en ésta, incrementando su muy probable contaminación de origen; por lo tanto, si la materia prima fuera el producto final, entraría en la categoría II por presentar dos tipos de riesgo (++), ubicando así a la materia prima como ingrediente p5 de acuerdo con la Tabla 9.

En cuanto a la prevención de la contaminación microbiológica, y más específicamente bacteriológica, cabe señalar que por las características propias de tal materia prima, se considera que ésta ya traerá cierto grado de contaminación de origen; ante esto, es probablemente poco lo que pudiera hacerse para disminuirla en esta etapa del proceso; sin embargo, lo que sí se puede es evitar el incremento del grado de contaminación de origen; en este sentido, la materia prima debe ser manejada de tal manera que se evite, hasta donde sea posible, la multiplicación de los organismos presentes en ella desde antes de recibirla en la planta deshidratadora; esto último se puede lograr refrigerándola o

congelándola, conforme a los valores de temperatura y tiempo citados en las partes correspondientes, si no se va a usar inmediatamente, o bien, utilizándola lo más pronto posible dentro del proceso de producción del huevo en polvo, para disminuir así el tiempo en el cual los microorganismos presentes en ella pudieran utilizar los nutrientes de ésta para su desarrollo y multiplicación; las previsiones citadas se enfocan a obtener un producto de alta calidad.

b) Evaluación visual.-

En esta operación existe el riesgo de no detectar adecuadamente y con oportunidad sustancias líquidas, sólidas o gaseosas, que pudieran alterar desfavorablemente la materia prima; desde el punto de vista tanto de la salud pública como del proceso mismo, esto, ya sea únicamente en esta operación como en alguna o algunas otras operaciones subsecuentes, incluyendo las operaciones opcionales

Para prevenir lo anterior, se deberá efectuar una evaluación visual lo más completa y eficiente posible; para lograr esto, se deberá contar con todos los medios necesarios para realizarla, incluyendo una adecuada capacitación del personal encargado de esta operación.

Relativo a la prevención en esta etapa del proceso de producción, debe evitarse la utilización de la materia prima cuando ésta presente: color anormal, olor no característico o desagradable; textura o consistencia anormales, aspecto general anormal, fluidez excesiva o disminución anormal de la fluidez; cascarrones de color diferente al blanco o al marrón y de tamaño anormalmente grande y/o anormalmente pequeño, cascarrones excesivamente sucios o manchados con excremento de gallina, claras de color diferente al amarillo verdoso; yemas moteadas, azules, magentas, rosas, verdes y de color platino; chalazas de color diferente al amarillo verdoso; membranas tanto interna como externa del cascarrón con color diferente al blanco, membranas de la yema de color diferente al de ésta, y otras características anormales que sean detectadas. Para la evaluación visual adecuada de la materia prima es necesario inspeccionar el contenido de cada uno de los recipientes que

la contengan, tanto en la superficie de la materia prima como en el interior del recipiente con un adecuado método de muestreo

c) Refrigerado.-

En esta operación opcional cabe señalar que, existen microorganismos que toleran las temperaturas de refrigeración no impidiendo éstas su crecimiento y/o permanencia.

Para evitar la persistencia de microorganismos y el crecimiento de algunos de ellos en la materia prima y el producto terminado en refrigeración, se deberá garantizar el mantenimiento de las temperaturas óptimas de refrigeración cuando esto sea requerido; por otra parte, deberá evitarse hasta donde sea posible, el mantenimiento de materia prima y de producto terminado que contengan bacterias capaces de permanecer viables bajo temperatura de refrigeración.

d) Congelado.-

Similarmente al caso de la operación anterior, también puede haber bacterias que toleran la congelación eficiente.

Con objeto de evitar inconveniencias, deberá cuidarse que la temperatura de congelación sea la adecuada cuando esta operación se lleve a cabo, limitando así el crecimiento y latencia de los microorganismos presentes en la materia prima en proceso.

e) Descongelado.-

En esta fase, imprescindiblemente posterior al congelado opcional, existe el riesgo de que al hacerse demasiado lentamente o demasiado rápidamente, permita la presencia y/o proliferación de microorganismos indeseables desde el punto de vista tanto del proceso de producción como de la salud pública.

Para prevenir lo anterior, el descongelado deberá realizarse por refrigeración, hasta llegar a una temperatura de 4°C, evitando el descongelado por exposición a temperatura ambiente o mediante la aplicación de agua.

f) Vaciado.-

La operación de vaciado implicaría la posibilidad de que se incrementara la contaminación de origen de la materia prima, si es que no hubiera un eficiente programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva en la planta deshidratadora de huevo; Así, al considerar que la existencia de este programa es fundamental, dicha posibilidad queda descartada.

Referente a la prevención de que se incremente la contaminación de origen de la materia prima, el vaciado se deberá realizar cumpliendo con la regla de manipular los alimentos el menor tiempo posible.

g) Clarificado.-

Por sus propias características esta operación resulta mínimamente riesgosa, al tener como finalidad la eliminación de los cascarones de huevo así como sus pedazos más grandes, dado el tamaño de éstos, difícilmente podrían pasar a la siguiente etapa llevando así a los microorganismos presentes en ellos; sin embargo, existe el riesgo de que esto no pudiera evitarse, habiendo en esta etapa un riesgo microbiológico importante.

Con el fin de evitar lo anterior, se deberá poner sumo cuidado en la etapa u operación de clarificado para impedir que pedazos grandes de cascarón pasen, junto con la materia prima, a la siguiente fase del proceso.

h) Tamizado.-

El tamizado, de no realizarse adecuadamente, puede llegar a permitir el paso de pequeños pedazos de cascarrón, así como restos de excremento de gallina y otras impurezas plagados de microorganismos; puede incrementarse, en esta etapa, la contaminación de origen.

i) Adición de agua y tratamiento enzimático.-

En esta operación, al utilizar los reactivos necesarios para llevar a cabo el tratamiento enzimático, existe la probabilidad de que éstos se lleguen a contaminar

Para evitar la contaminación de la materia prima con el agua que se le añade, se deberá tener la seguridad de que el agua utilizada es realmente potable, esto se logra con la aplicación de las pruebas de medición de cloro en mg/l correspondientes. En cuanto al tratamiento enzimático, debe cuidarse que la sustancia utilizada con este fin esté libre de contaminantes y permanezca así durante su uso, además de ser de la mejor calidad desde el punto de vista físico-químico.

j) Homogeneizado.-

Prevenir la contaminación de la materia prima en esta etapa es muy sencillo, simplemente hay que realizar el homogeneizado en el menor tiempo posible de una manera adecuada.

k) Precalentado.-

En esta operación opcional del proceso, previa a la operación de pasteurizado, puede presentarse el riesgo de que, al no realizarse adecuadamente este precalentado, sirva el mismo como una especie de proceso de incubación para las bacterias presentes en la materia prima, pudiendo así éstas proliferar causando el deterioro de la materia prima e incrementando, temporalmente, el riesgo sanitario presente en dicha materia prima.

Para evitar la problemática anterior, en esta operación opcional del proceso, deberá realizarse el precalentado en condiciones tales que se alcancen tanto la temperatura como el tiempo convenientes, evitando así la proliferación de las bacterias presentes.

I) Pasteurizado -

Esta operación prácticamente no representa riesgo alguno, puesto que aún cuando la mezcla a deshidratar experimentara un incremento de su contaminación de origen, la operación por sí misma eliminaría todo tipo de microorganismos patógenos de ésta, y reduciría además la cantidad total de otros microorganismos no patógenos.

Con el fin de evitar que la operación de pasteurizado llegara a fallar en su objetivo de eliminar a los microorganismos patógenos más importantes del huevo, así como reducir de manera significativa el número de otros microorganismos presentes en éste, se deberá mantener el equipo pasteurizador en óptimas condiciones de funcionamiento en todos los aspectos que le competen a dicho equipo.

II) Deshidratado.-

En esta fundamental operación del proceso existe la probabilidad de que la mezcla de huevo ya pasteurizada no llegara directamente del pasteurizador al deshidratador, pudiendo ser esto causa de su contaminación al entrar en contacto con otro tipo de equipo o recipientes no perfectamente limpios y desinfectados, o bien, al entrar en contacto con aire contaminado dentro del local de elaboración del huevo en polvo; por otra parte, existe el riesgo de que el equipo deshidratador no esté perfectamente limpio y desinfectado, contaminando, en estas condiciones, a la mezcla de huevo recién pasteurizada. En este sentido, si la mezcla de huevo pasteurizada no pasara inmediatamente después de ser objeto de este proceso al equipo deshidratador, existe el riesgo de que la carga bacteriana residual tuviera oportunidad de proliferar eliminando hacia la mezcla de huevo pasteurizada, una serie de sustancias como la

putrescina y la cadaverina que contaminarían la mezcla de huevo previamente a su deshidratación.

Como prevención de los riesgos citados anteriormente, se deberá cuidar que la mezcla de huevo pase directamente y sin demoras innecesarias desde el equipo pasteurizador hasta el equipo deshidratador, el cual deberá estar perfectamente limpio y desinfectado. En esta etapa deberán observarse los tiempos y temperaturas más adecuados de deshidratación.

m) Empaquetado y etiquetado -

Esta operación presenta el riesgo de que los recipientes y materiales de empaque puedan llegar a sufrir roturas accidentales, permitiendo así la contaminación exógena del producto. Asimismo, el etiquetado podría presentar el riesgo de ser realizado con productos químicos con cierto nivel de toxicidad y/o contaminados con gérmenes de varios tipos.

Con el objeto de evitar lo citado anteriormente, en la práctica, debe haber certeza de que sean utilizados recipientes y materiales de empaque totalmente adecuados para este fin, completamente limpios y libres de contaminación de cualquier tipo; deberá propiciarse que los empaques no experimenten accidentes que impliquen roturas accidentales; esto, para impedir la contaminación del producto. En cuanto a el o los materiales empleados en el etiquetado, éstos deberán ser los mejores para evitar contaminación del producto ya sea con microorganismos o con sustancias tóxicas diversas.

n) Almacenamiento -

En el caso de que el producto no fuera almacenado adecuadamente, éste podría experimentar tanto contaminación como descomposición, la contaminación podría presentarse en condiciones tales que los empaques conteniendo al producto en polvo sufrieran ruptura, en cuanto a la descomposición, al ser el huevo en polvo un producto no estéril, el producto podría descomponerse si su almacenamiento no se realiza en las

condiciones de humedad, temperatura y tiempo, más favorables para que el producto conserve sus características normales.

Para evitar que ocurran la descomposición y/o la contaminación del huevo en polvo, durante su almacenamiento, deberá mantenerse la integridad física de los empaques que lo contengan, asimismo, la humedad del local de almacenamiento no deberá ser excesiva y deberá evitarse el almacenamiento demasiado prolongado del producto ya citado

ñ) Distribución.-

En esta operación existe el riesgo de que el producto sufra ruptura de su empaque en el trayecto de donde es almacenado hasta donde es llevado para su venta, estando así en condiciones de contaminarse con el ambiente inmediato; también existe el riesgo de que sea transportado en condiciones inadecuadas de humedad excesiva, por ejemplo, con agua en estado líquido en contacto con el multicitado producto

Como prevención de los riesgos ya mencionados, se tiene que garantizar en la práctica que los empaques del producto permanezcan íntegros y en condiciones en que el huevo deshidratado no esté en contacto con excesiva humedad en forma de vapor o de líquido hasta el punto de venta.

o) Venta.-

El punto de venta representa un riesgo peculiar debido a que en esta etapa el producto deja de estar bajo el control completo del productor, es decir, es la etapa previa al consumo del alimento después de transcurrir cierta cantidad de tiempo desde que es puesto al alcance del consumidor hasta que este último lo utiliza. Aquí el riesgo implicado es que el consumidor no maneje adecuadamente el empaque del producto y dicho empaque sufra alguna rotura inadvertida mucho antes de que el producto sea consumido, esta situación implicaría la absorción de humedad del ambiente y la contaminación del huevo en polvo a partir

de su ambiente inmediato, lo que podría conducir a la descomposición parcial y/o total del alimento; la cual, de no ser advertida por el consumidor, podría llevarlo, al ingerir este alimento, a una intoxicación de tipo alimentario. De no presentarse esta anomalía, el huevo en polvo elaborado bajo los principios del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control, es un alimento seguro, nutritivo y de alta calidad.

Para prevenir la problemática descrita anteriormente, deberá lograrse por los medios más adecuados que se mantenga la integridad de los empaques conteniendo al huevo en polvo, para evitar así su contaminación y/o descomposición parcial y/o total.

p) Consumo.-

La etapa del consumo del huevo en polvo o deshidratado, aún cuando éste fuera objeto de un sobreconsumo, y siguiendo los principios elementales de la higiene personal y de la higiene en la preparación y manipulación de los alimentos, no implica riesgo alguno dadas las características del producto. Sin embargo, si este producto no es consumido, de preferencia, inmediatamente después de ser reconstituido con agua, puede llegar a descomponerse después de cierto tiempo y más aún si no es debidamente refrigerado. También puede llegar a contaminarse con microorganismos patógenos si es mezclado con otros alimentos, como por ejemplo carnes crudas o verduras no desinfectadas adecuadamente.

Para evitar la presentación de los problemas citados con anterioridad, este producto deberá ser consumido, de preferencia, de acuerdo con las instrucciones correspondientes y aplicando los principios de la higiene personal básica en la preparación y consumo de este producto, así como evitando el mezclarlo con otros alimentos que pudieran contaminarlo en algún momento antes de ser consumido.

F IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.

En esta parte se describe lo siguiente relativo a los PCC's.

- 1) Identificación de los Puntos Críticos de Control en cada etapa del proceso
- 2) Establecimiento de especificaciones para cada PCC
- 3) Establecimiento de acciones de monitoreo para cada PCC, y
- 4) Establecimiento de medidas correctivas para cada PCC

La descripción de los puntos anteriores es la que se cita a continuación:

Como ya se dijo previamente, Punto Crítico de Control (PCC) es cualquier procedimiento u operación del proceso en donde la pérdida de control puede generar un riesgo de contaminación en el producto y afectar con ello la salud del consumidor; también, se ha señalado la existencia de dos tipos de PCC, es decir, PCC1 donde se efectúa un control completo de un riesgo potencial y por lo tanto se elimina el riesgo que hay en esa etapa en particular, y PCC2 donde sólo se lleva a cabo un control parcial y por lo que es posible reducir la magnitud del riesgo en una etapa en particular. Con base en estas consideraciones y utilizando los árboles de decisiones para la Identificación de los Puntos Críticos de Control, para cada materia prima o Ingrediente utilizado, para cada producto intermedio considerado en cada etapa de la fabricación e incluyendo el producto terminado y para cada etapa de la fabricación o elaboración del producto, se tendría, de acuerdo al Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control (HACCP) en cada etapa del proceso, lo siguiente:

C U A D R O 1

ASPECTOS CONSIDERADOS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCION DE HUEVO EN POLVO

ASPECTOS A CONSIDERAR	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
MATERIA PRIMA			<p>Presencia de microorganismos o carga microbiana de origen.</p> <p>Pasteurización a 60°C ó 61°C durante 35 a 4.0 minutos.</p> <p>Refrigerado de 4.4°C a 7.2°C.</p> <p>Congelado a -18°C</p> <p>Descongelado por refrigeración hasta una temperatura de 4.4°C</p>	<p>Pasteurizar la materia prima en la etapa correspondiente.</p> <p>Monitoreo de la pasteurización, y en caso de ser necesario, monitorear el refrigerado, el congelado y el descongelado.</p>	<p>Temperaturas y tiempos de pasteurización.</p> <p>Listas de operaciones.</p>	<p>La pasteurización es un Punto Crítico de Control PCC1.</p> <p>El refrigerado, congelado y descongelado con PCC2</p>
EQUIPO			<p>Presencia de microorganismos patógenos</p>	<p>Programa de mantenimiento, así como de limpieza y desinfección.</p>	<p>Que esté contemplado dentro del programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva</p>	
INSTALACIONES			<p>Las instalaciones deben apearse a conceptos básicos de ingeniería sanitaria</p>	<p>Revisión periódica de las instalaciones</p>	<p>Pisos, paredes, techos, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas, ventilación, etc</p>	

C U A D R O 1

ASPECTOS CONSIDERADOS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

ASPECTOS A CONSIDERAR	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
PERSONAL			Presencia de enfermedades infectocontagiosas.	Programa de Detección de Enfermedades y de Capacitación del Personal en cuanto a "Higiene Personal y el sistema HACCP".	Que se cumpla con la aplicación de los citados programas.	
PROCESO			Presencia de microorganismos en cualquier etapa de la producción	Aplicación de conceptos básicos de Ingeniería Sanitaria, programa de limpieza, desinfección y control de fauna nociva.	Existencia y aplicación de los programas correspondientes	
PRODUCTO TERMINADO	Ruptura accidental del empaque		Presencia de microorganismos no patógenos en condiciones "normales".	Aplicación del Sistema HACCP.	Pasteurización de la materia prima en la etapa prevista	
				Garantizar la integridad de los empaques, así como su adecuado almacenamiento	Comprobar la integridad de los empaques	

C U A D R O 1

ASPECTOS CONSIDERADOS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

ASPECTOS A CONSIDERAR	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
COMERCIALIZACION	Ruptura accidental empaque.			Garantizar la integridad de los empaques así como al que el producto no esté en contacto con excesiva humedad.	Comprobar la integridad de los empaques.	
CONSUMO			Al no consumirlo inmediatamente después de su reconstrucción y cocción, ya que al ser un producto pasteurizado no estéril, puede haber proliferación microbiana a partir de la carga microbiana residual	Consumirlo inmediatamente después de su reconstrucción y cocción, o bien refrigerarlo a una temperatura de 4-4°C a 7,2°C durante un máximo de una semana. Evitar mezclarlo con otros alimentos que pudieran contaminarlo. Prepararlo con higiene.	Consumo conforme a las instrucciones del fabricante. Temperatura y tiempo de refrigeración.	Es un Punto Crítico de Control PCC2

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Presencia de materia extraña	Presencia de antibióticos, plaguicidas, biotoxinas, anabólicos, inhibidores de crecimiento, metales pesados y de sustancias radioactivas	Presencia de contaminación microbiológica	Recepción de materia prima con una temperatura de entre 4.4°C y 7.2°C.	Registros de temperaturas de recepción de la materia prima	
	Temperatura elevada				Debe realizarse simultáneamente con la evaluación visual	
EVALUACIÓN VISUAL		Yemas moteadas por la presencia de nicarbazina, piperazina, fenotiazina, diltiazem y gossypol. Yemas anormalmente amarillas por tetraciclina. Yemas de color azul, magenta, verde y rosa que pueden indicar la presencia de tintes insolubles en alcohol no aprobados para alimentar a las gallinas en E.U.A.	Yemas con manchas de sangre que incrementen el valor nutritivo del huevo para los microorganismos. Yemas color plantino por <i>Capillaria</i>	Detección adecuada y oportuna de sustancias líquidas, sólidas o gaseosas ajenas al huevo en estado normal	Color, Olor, Textura y Consistencia de la materia prima	

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
REFRIGERADO			<p>Presencia de microorganismos que pueden proliferar en la materia prima o producto, a temperatura superior a la de refrigeración.</p> <p>Temperatura de refrigeración igual a 4°C durante un máximo de una semana para huevo entero, o bien, de 4°C a 7°C como máximo para restos de clara o de yema Asimismo, 4°C a 7°C para el deshidratado, durante un año</p>	<p>Realizar la refrigeración adecuadamente. Monitoreo de la temperatura de refrigeración y del tiempo bajo este proceso</p>	<p>Temperaturas de refrigeración Listas de operaciones</p>	<p>Es un Punto Crítico de Control PCC2. "ANTES" de la adición de agua y tratamiento enzimático; no lo es después del empaquetado y envasado del producto deshidratado</p>
CONGELADO			<p>Temperatura de congelación igual a -18°C</p>	<p>Termómetro visible o dispositivos de registro de temperatura funcionando adecuadamente. Monitoreo de la temperatura y tiempo de congelación</p>	<p>Comprobar temperatura de congelación Listas de operaciones</p>	<p>Es un Punto Crítico de Control PCC2</p>

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
DESCONGELADO			El descongelado debe efectuarse por refrigeración, hasta llegar a una temperatura de 4°C	Evitar el descongelado por exposición a temperatura ambiente o mediante la aplicación de agua	Temperatura de descongelado-refrigeración Monitoreo de la temperatura y tiempo de descongelado Listas de operaciones	Es un Punto Crítico de Control PCC2
VACIADO			Incremento de la contaminación de origen o inicial, por lento o inadecuado manejo de la materia prima al vaciarla	Determinar el tiempo mínimo de vaciado eficiente	Utilizar la materia prima lo más pronto posible para evitar al máximo la proliferación microbiana	Tiempo mínimo de vaciado eficiente.
CLARIFICADO	Presencia de cascarrones grandes		Presencia de cascarrones con contaminación microbiana, tanto en su parte interna como externa	Eliminar los cascarrones mas grandes y la mayor parte de todos los pedazos de cascarrones en la materia prima	Eliminación eficiente de los cascarrones	

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCION DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
TAMIZADO	Presencia de pequeños pedruzcos de cascara		Microorganismos en los cascaraes que incrementen la contaminación de origen.	Retención de los pedruzcos más pequeños de cascara, restos de excremento de gallina y otras impurezas mediante el uso de material adecuado para tal fin	Ausencia de cascara, excremento y otras impurezas	
ADICIÓN DE AGUA Y TRATAMIENTO (TTO) ENZIMÁTICO		Contaminación de reactivos	Utilización de agua potable y reactivos en estado de óptima calidad	Aplicar el tratamiento enzimático conforme lo indique el fabricante del reactivo utilizado para tal fin Monitoreo de la potabilidad del agua y la cantidad de los reactivos para el tratamiento enzimático	Utilización de agua potable Lote, fecha de elaboración y caducidad del reactivo utilizado para el tratamiento enzimático Comprobar la no contaminación de los reactivos	

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
HOMOGENEIZADO			<p>Persistencia de microorganismos de origen en la mezcla de huevo homogenizado → que pueden incrementar excesivamente su número.</p>	Homogeneizar adecuadamente	Tiempo de homogeneizado.	
PRECALENTADO			<p>Proliferación de microorganismos ya presentes en la materia prima.</p>	<p>Realizar el precalentado adecuadamente</p> <p>Monitoreo de la temperatura y tiempo de precalentado.</p>	<p>Temperatura y tiempo de precalentado</p>	

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
PASTEURIZADO			Presencia de microorganismos patógenos, por ejemplo <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , etc.	Dar mantenimiento preventivo al equipo de pasteurización. Monitoreo de la pasteurización	Alcanzar las temperaturas y tiempos idóneos de pasteurización. Listas de operaciones.	Esta etapa es un Punto Crítico de Control PCC1
DESHIDRATADO			Aire contaminado dentro del local donde se elabora el producto, en contacto con la mezcla pasteurizada de huevo	Evitar la contaminación aérea de la mezcla pasteurizada	Paso directo de la mezcla pasteurizada al deshidratador sin contacto con el aire del local	Funcionamiento óptimo del equipo
EMPAQUETADO Y ETIQUETADO	Rotura de los empaques individuales	Presencia de químicos tóxicos en el material de empaque	Contaminación del huevo deshidratado por ruptura de los empaques	Utilización de empaques conforme a lo dispuesto reglamentariamente y buscando el idóneo para tal fin	Revisión periódica de los materiales utilizados para el empaque	Comprobar la integridad de los empaques en el producto

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO

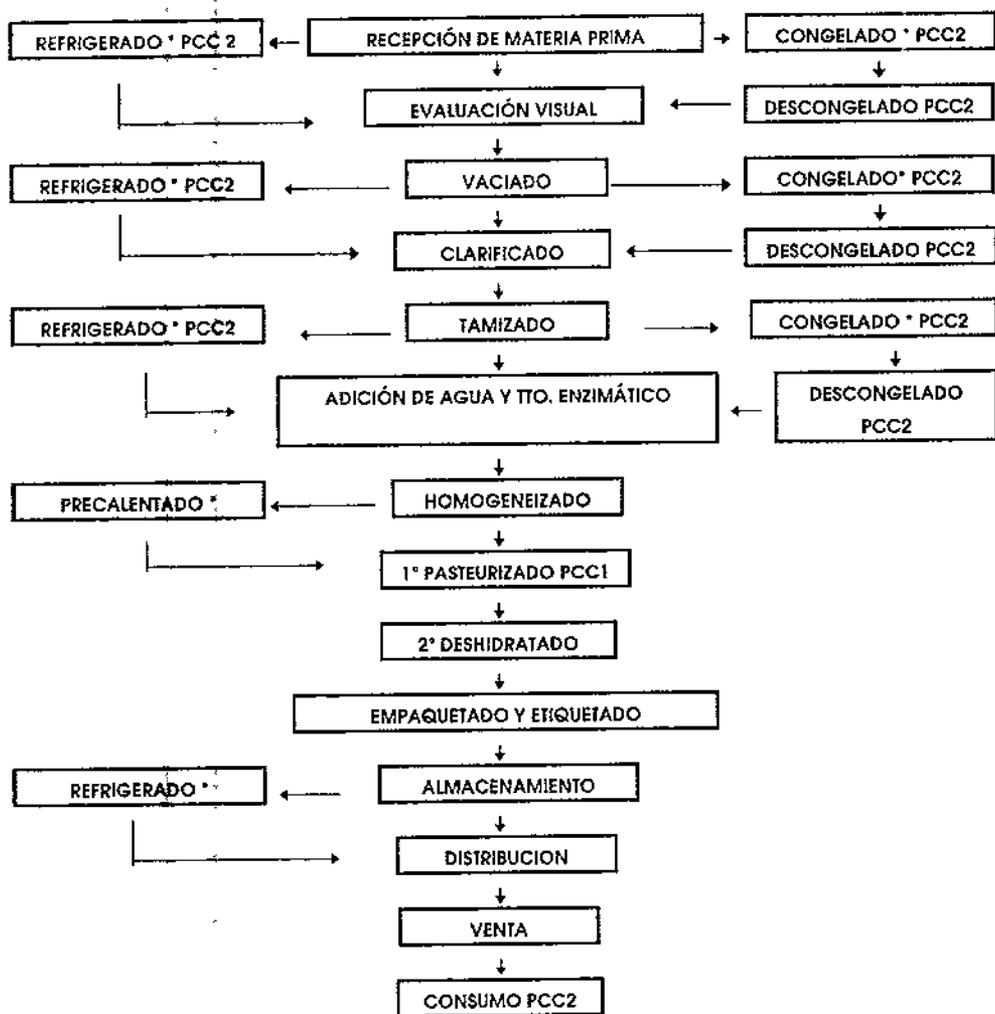
OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
ALMACENAMIENTO	Pérdida de la integridad de los empaques conteniendo al producto.		Microorganismos presentes en el huevo deshidratado pasteurizado, que si llegan a entrar en contacto con la humedad, por ruptura del empaque, pueden proliferar y dañar el producto, así como poner en riesgo la salud del consumidor	Revisión periódica de los empaques.	Comprobar periódicamente la integridad de los empaques, además de aplicar el sistema de primeras entradas-primeras salidas	
DISTRIBUCIÓN	Ruptura accidental del empaque		Mantener la integridad de los empaques durante el almacenamiento Ubicar el producto por arriba del nivel del piso	Garantizar la integridad de los empaques, así como el que no estén en contacto con excesiva humedad	Comprobar la integridad de los empaques.	
VENTA	Ruptura accidental del empaque			Garantizar la integridad de los empaques, así como el que no estén en contacto con excesiva humedad Ubicación adecuada del producto en el punto de venta.	Comprobar la integridad de los empaques	

OPERACIONES O ETAPAS DEL PROCESO CONSIDERADAS POR EL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCION DE HUEVO EN POLVO

OPERACIÓN O ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO		ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE	MEDIDAS PREVENTIVAS	PUNTOS A VERIFICAR	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)
	FÍSICO	QUÍMICO				
CONSUMO			Consumirse conforme a las instrucciones del fabricante	Consumo inmediato posterior a su cocción	Consumido adecuadamente	Es un Punto Crítico de Control PCC2 Esto, siempre que el producto sea consumido conforme a las instrucciones del fabricante

En este sentido, el diagrama de flujo del proceso de producción del nuevo en polvo con los correspondientes Puntos Críticos de Control PCC1 y PCC2, es el siguiente

- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO INCLUYENDO LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC1 y PCC2)



• OPERACIONES OPCIONALES.- TEMPERATURA DE REFRIGERADO DE 4°C A 7°C MÁXIMO 2 DÍAS; TEMPERATURA DE CONGELADO IGUAL A -18°C, MÁXIMO UNA SEMANA, EL DESCONGELADO DEBE HACERSE HASTA UNA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN DE 4°C, ASIMISMO, EL PRECALENTADO SE REALIZARÁ A UNA TEMPERATURA DE 36°C DURANTE 90 MINUTOS

- Establecimiento de especificaciones para cada PCC.-

En este punto, las especificaciones correspondientes serían las de temperatura, tiempo, dimensiones físicas, humedad, actividad acuosa (A_w), pH, acidez titulable, concentración de sal, concentración de cloro, viscosidad, concentración de conservadores, además de características sensoriales como la textura, aroma o apariencia visual, etc; todas ellas deberán estar correctamente fundamentadas para evitar la pérdida de control en las operaciones que afecten la seguridad del producto. Algunos ejemplos de especificaciones incluyen:

- a) Químicas.- Especificaciones de pH del producto y máximo nivel tolerable de antibióticos
- b) Físicas.- Especificaciones de tiempo y temperatura para la pasteurización, tamaños mínimo y máximo de las partículas metálicas detectables
- c) Biológicas.- Especificaciones microbiológicas para determinados microorganismos.
- d) Organolépticas.- Aquí se incluyen especificaciones para los parámetros sensoriales, como la textura, el aspecto, el sabor, el olor, etc.

- Establecimiento de acciones de monitoreo para cada PCC.-

El monitoreo es una secuencia planeada de observaciones o mediciones para establecer si un PCC está bajo control, además de que al registrarse los datos correspondientes, éstos tendrán un uso futuro en la verificación.

El monitoreo cumple los siguientes propósitos:

- a) Asegura que los riesgos son controlados y garantiza la seguridad de un alimento en todas las operaciones del proceso. Si cuando se efectúa el

monitoreo hay indicios de una posible desviación por la pérdida de control, entonces puede tomarse la decisión que conduzca a una operación que ponga nuevamente bajo control el proceso, antes de que la desviación ocurra.

b) Identificar cuándo es evidente una desviación en un PCC. Entonces debe ser tomada una acción correctiva.

c) Provee documentación escrita que puede ser usada en la etapa de verificación del sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control.

Es necesario establecer un plan de monitoreo para cada PCC. Estas acciones de monitoreo pueden realizarse una vez en cada turno de trabajo, cada hora, o bien, de forma continua. El monitoreo incluye la observación, la medición y el registro de los parámetros establecidos para el control. Los procedimientos seleccionados para monitorear deben permitir tomar medidas correctivas rápidamente. Cuando no es posible monitorear un PCC de manera continua, es necesario que el intervalo de monitoreo sea lo suficientemente frecuente para indicar que el riesgo o peligro está bajo control. Muchos de los procedimientos de monitoreo para los Puntos Críticos de Control necesitan ser de fácil y rápida aplicación, ya que éstos deben reflejar las condiciones del proceso del alimento en la línea de producción. El monitoreo debe ser eficaz y detectar cualquier desviación, además, debe proporcionar la información necesaria a tiempo para que se tomen las medidas correctivas conducentes.

El uso de pruebas microbiológicas para el monitoreo de los Puntos Críticos de Control no es frecuente, debido al tiempo requerido, generalmente largo, para obtener resultados; en muchos casos el monitoreo puede ser complementado a través del uso de pruebas físicas, químicas y sensoriales, así como las observaciones visuales. Los criterios microbiológicos son, sin embargo, un punto muy importante en la verificación en la que se esté trabajando.

Los análisis físico-químicos son más aceptados debido a que se efectúan rápidamente y pueden indicar las condiciones de control en el proceso del alimento. En este sentido, se recomienda la utilización de los siguientes cinco tipos de monitoreo en el orden de aplicación que se muestra:

- 1) Monitoreo mediante observaciones visuales
- 2) Monitoreo mediante análisis sensoriales
- 3) Monitoreo mediante análisis físicos
- 4) Monitoreo mediante análisis químicos
- 5) Monitoreo mediante análisis microbiológicos

Con algunos alimentos o ingredientes como en el caso del proceso de producción del huevo en polvo, podría no haber alternativa que sustituyera la realización de las pruebas microbiológicas, sin embargo, en esta situación, es importante establecer que la frecuencia en la toma de muestras debe ser la adecuada para lograr una detección real de bajos niveles de microorganismos que impliquen alto riesgo para la salud; esto no siempre es posible debido al tamaño de muestra que se necesita ya que generalmente no se toma una muestra representativa del total. Debido a esto, las pruebas microbiológicas tienen limitaciones en su aplicación dentro del sistema HACCP, sin embargo, es posible establecerlas como una medida en la verificación de los Puntos Críticos de Control.

Finalmente, cabe señalar que es muy importante establecer anticipadamente las acciones de monitoreo que se efectuarán en cada PCC, asignando quién y como las llevará a cabo, así como exigiendo que todos los registros y documentos relativos al monitoreo sean responsabilidad de la persona que los haya realizado, de lo anterior dependerán las medidas preventivas que puedan tomarse en determinado momento.

- Establecimiento de medidas correctivas para cada PCC.-

Las medidas correctivas deben ser tomadas cuando el monitoreo indica que hay una desviación en un Punto Crítico de Control, tales acciones correctivas deben ser claramente definidas antes de llevarlas a cabo, la responsabilidad de estas acciones debe asignarse a una sola persona. Los planes establecidos previamente para el monitoreo así como las acciones correctivas deben ser útiles para:

- a) determinar el destino de un producto rechazado
- b) corregir la causa del rechazo para asegurar que el PCC esté de nuevo bajo control, y
- c) mantener registros de las acciones correctivas que se tomaron cuando ocurrió una desviación del PCC.

En este aspecto, puede utilizarse hojas de control en las cuales se identifique cada PCC y se especifique la acción correctiva que se requiera tomar en caso de una desviación. Los planes de las acciones correctivas específicas deben desarrollarse para cada PCC. Únicamente el personal que posee un pleno conocimiento del producto, del procesamiento del alimento y del sistema HACCP, es el indicado para tomar acciones correctivas, éstas deben también registrarse en las hojas de control.

Por último, cabe mencionar que la identificación de lotes que han sido sometidos a acciones correctivas llevadas a cabo para asegurar la calidad, debe ser asentada en el procedimiento de registro creado por el sistema HACCP y debe permanecer archivado por un tiempo conveniente, previamente establecido, después de la fecha de caducidad o de la vida media esperada del producto.

Ejemplo de hoja de control:

FECHA: _____

LOTE: _____

HOJA. _____ DE _____

HOJA DE CONTROL

PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO O DESHIDRATADO

ETAPA DEL PROCESO	PUNTO CRÍTICO DE CONTROL		TIPO DE RIESGO			ESPECIFICACIONES	PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN Y PERSONA RESPONSABLE	ACCIÓN (ES) CORRECTIVA (S) Y PERSONA RESPONSABLE
	SI	NO	QUÍMICO	FÍSICO	BIOLÓGICO			
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						
	SI	NO						

RESPONSABLE: _____

FIRMA: _____

TURNO: _____

G. ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO

Es de suma importancia, en el proceso de un alimento, mantener registros del control de ingredientes, procesamientos y productos, para que así se tenga, en caso necesario, una herramienta de consulta. Estos registros también se utilizan para asegurar que un PCC se encuentra bajo control, es decir, que cumple con las especificaciones establecidas. El registro se hace aún más importante cuando las dependencias gubernamentales encargadas de la regulación sanitaria, adoptan un método o sistema de control como lo es el HACCP. Es factible que las verificaciones se enfoquen más a la revisión del procesamiento en los Puntos Críticos de Control y menos en las inspecciones del producto final. A continuación se citan ejemplos de lo que puede integrarse por medio de los procedimientos de registro:

a) Ingredientes.-

- 1) Certificados de calidad. Documentos que avalen las especificaciones del proceso.
- 2) Registros de auditorías al proceso verificando las especificaciones establecidas.
- 3) Registro de temperaturas de almacenamiento para ingredientes que lo requieran.
- 4) Registros de temperaturas de almacenamiento tanto para materia prima como para productos intermedios, cuando esto sea requerido.
- 5) Registros de la temperatura de pasteurización y por cuanto tiempo.
- 6) Registros de la cantidad de humedad en el producto final.
- 7) Registros de los datos completos de los proveedores de materia prima y de reactivos necesarios para el proceso, etc.

b) Seguridad del producto -

- 1) Registros para establecer el cumplimiento de las especificaciones que rigen la seguridad del producto
- 2) Registros para verificar la vida media del producto con el fin de determinar en que medida el tiempo transcurrido desde la elaboración del producto, puede afectar su seguridad, esto incluye tomar en cuenta la fecha de caducidad.
- 3) Registros del proceso certificado por personal con conocimiento del mismo

c) Proceso.-

- 1) Registros de todos los Puntos Críticos de Control monitoreados
- 2) Registros que verifiquen que el proceso está bajo control

d) Empaque -

- 1) Registros que indiquen el cumplimiento de las especificaciones del material de empaque
- 2) Registros que indiquen cumplimiento con las especificaciones de venta.

e) Almacenamiento y distribución.-

- 1) Registros de temperatura.
- 2) Registros que demuestren que los productos con fecha de caducidad vencida no son distribuidos.

f) Registros de las desviaciones y de las correspondientes acciones correctivas.

g) Registros que validen las modificaciones ocurridas al diseño original del plan HACCP.

1) Debe registrarse la aprobación y cambios en los ingredientes, formulaciones, proceso, empaque y control de la distribución cuando esto sea necesario.

h) Registros del personal entrenado

En este sentido, el plan HACCP y sus registros deben estar en un archivo que deberá permanecer en las instalaciones asignadas por la industria elaboradora del huevo en polvo, los registros utilizados incluyen lo siguiente:

a) El plan desarrollado para la aplicación del sistema HACCP, y

b) Registros obtenidos durante la operación del plan HACCP

Finalmente, como parte de los procedimientos de registro establecidos se encuentra el diseño y utilización de la (s) hoja (s) de control, lo cual ya se describió con anterioridad.

H. ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN.

La verificación debe aplicarla quien elabora el producto para comprobar que el sistema HACCP aplicado es congruente con el plan diseñado. La verificación puede incluir la revisión de los registros de los análisis microbiológicos, químicos y físicos; puede usarse cuando el sistema HACCP se aplica por primera vez y como parte de la revisión continua de un plan HACCP establecido con anterioridad. Así, los procedimientos de verificación pueden incluir:

- a) Establecimiento de planes de verificación apropiados.
- b) Revisión del plan HACCP periódicamente, verificando que esté de acuerdo con el diseño original o si se requiere de modificaciones para su adecuación.
- c) Revisión de los procedimientos para el registro de los Puntos Críticos de Control.
- d) Revisión de las desviaciones del proceso y destino del producto elaborado cuando sucediere una desviación.
- e) Inspección de las operaciones designadas como Puntos Críticos de Control
- f) Toma de muestras para análisis básicos, dejando siempre su correspondiente muestra testigo
- g) Revisión de las especificaciones para verificar que los riesgos están adecuadamente controlados.
- h) Revisión de los archivos con registros escritos de las verificaciones que certifiquen el cumplimiento del plan HACCP.

- i) Validación del plan HACCP Incluyendo revisión en el sitio donde se llevan a cabo las operaciones, así como la verificación del diagrama de flujo y de los Puntos Críticos de Control.
- j) Revisión de las modificaciones hechas al plan originalmente diseñado para la aplicación del sistema HACCP

En este contexto, las verificaciones deben realizarse de la siguiente manera:

- a) Rutinariamente y sin anuncio previo para asegurar que se tiene bajo control las operaciones designadas como Puntos Críticos de Control.
- b) Cuando se conoce nueva información que puede afectar directamente la seguridad del huevo en polvo.
- c) Cuando la producción del alimento se haya relacionado con brotes de enfermedades en la población consumidora de dicho alimento.
- d) Para verificar que los cambios han sido implantados correctamente, después de que el plan HACCP ha sido modificado

Asimismo, los reportes de las verificaciones deben incluir información sobre:

- a) Existencia del plan HACCP y del equipo que lo conforma, con los datos completos de la (s) persona (s) responsable (s) para administrar y adaptar el citado plan.
- b) El estado de los registros asociados con el monitoreo de los Puntos Críticos de Control.
- c) El monitoreo directo de las especificaciones establecidas en las operaciones designadas como Puntos Críticos de Control durante el proceso de un alimento.

- d) La seguridad de que el equipo utilizado durante el monitoreo está calibrado y funciona adecuadamente
- e) Las desviaciones y acciones correctivas tomadas.
- f) El registro de los resultados derivados del análisis físico, químico, microbiológico u organoléptico, hecho a cualquier muestra para verificar un PCC determinado.
- g) Las modificaciones realizadas al plan HACCP.
- h) Los reportes acerca del entrenamiento de las personas responsables del monitoreo de los Puntos Críticos de Control.

1 PLAN BASADO EN EL SISTEMA HACCP PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

(O.E. 3)

La producción de huevo en polvo, planeada bajo el enfoque del sistema HACCP, necesariamente tendrá que observar las consideraciones que hasta este punto ya han sido citadas; resaltando, de entre todas ellas, las referentes al análisis de los riesgos asociados a cada operación del proceso y las medidas preventivas correspondientes, así como lo relativo a la determinación de los Puntos Críticos de Control y al correspondiente monitoreo de cada PCC considerado. Así, se considera que sería una reiteración no necesaria el volver a enunciar tales consideraciones que, como también se ha señalado ya, variarán de acuerdo a cada proceso de producción en particular debido a diversos factores; sin embargo, cabe señalar la existencia de algunos aspectos que deben ser considerados en la aplicación del sistema HACCP, enfocados en la seguridad del alimento, en este caso el huevo en polvo, elaborado en una industria alimentaria en particular. Con relación a esto último, y de manera adicional, una lista de aspectos a considerar en la aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo, así como una serie de consideraciones para evaluar tales aspectos se presenta a continuación (152):

a) Ingredientes.-

- 1) ¿El alimento que se elabora contiene ingredientes que puedan presentar riesgos microbiológicos como la presencia de *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, etc.; riesgos químicos como la presencia de pesticidas, aflatoxinas o residuos de antibióticos; o riesgos físicos como la presencia de materia extraña, etc.?
- 2) ¿Se usa agua potable en la formulación o manejo del alimento?
- 3) ¿Cómo influye el pH, Aw, humedad, temperatura, etc., en la calidad sanitaria del alimento?
- 4) ¿Se utilizan conservadores en el alimento?

b) Características del producto -

Aquí están incluidas características físicas y de composición, como pH, tipo de acidulante si es que lo hay, carbohidratos fermentables, actividad del agua (Aw), conservadores de los alimentos durante y después del proceso, etc. Además

- 1) ¿Cuáles de las características del alimento deben ser controladas para garantizar la calidad de éste?
- 2) ¿El alimento permite la supervivencia o multiplicación de microorganismos patógenos durante el proceso?
- 3) ¿El alimento permitirá la supervivencia o multiplicación de microorganismos patógenos durante operaciones o etapas siguientes al proceso?
- 4) ¿Existen otros productos similares en el mercado? y ¿Cuál ha sido el historial de calidad sanitaria de tales productos?

c) Procedimientos usados durante el proceso.-

- 1) ¿Incluye el proceso operaciones o etapas que al controlarse destruyan microorganismos patógenos, considerando también células vegetativas y esporas?
- 2) ¿Puede el alimento sufrir contaminación o recontaminación entre la pasteurización y el empaque?

d) Contenido microbiológico de los alimentos.-

- 1) ¿Es comercialmente estéril el alimento al haber sido sometido a un tratamiento térmico adecuado?
- 2) ¿Ha sido adecuadamente pasteurizado el producto alimenticio?

- 3) ¿Es posible que el alimento pueda contener esporas viables o microorganismos patógenos que no formen esporas?
- 4) ¿Cual es el contenido microbiológico considerado normal o aceptable en el alimento?
- 5) ¿Cambia la población microbiana del alimento durante su almacenamiento antes de su consumo?
- 6) ¿Alteran los cambios subsiguientes en la población microbiana al alimento?

e) Diseño de la planta.-

- 1) ¿Provee la distribución de la planta una separación adecuada de la materia prima y del producto terminado? y ¿Es esto importante para la seguridad del alimento?
- 2) ¿Es posible mantener la presión positiva del aire en las áreas de empaque del producto? y ¿Es esto esencial para la seguridad del alimento?
- 3) ¿Son el movimiento de personal y el movimiento del equipo una fuente importante de contaminación?

f) Diseño del equipo.-

- 1) ¿Puede dar el equipo los controles de tiempo y temperatura necesarios para la seguridad del alimento?
- 2) ¿Es el equipo apropiado para el volumen de alimento que será procesado?
- 3) ¿Puede controlarse suficientemente el equipo para que una desviación esté dentro de sus especificaciones establecidas para producir un alimento seguro?

- 4) ¿Tendrá algunas fallas o sufrirá desperfectos frecuentes el equipo?
- 5) ¿Permite el diseño del equipo que éste sea limpiado y sanitizado fácilmente?
- 6) ¿Existen probabilidades de contaminación del producto con sustancias de riesgo como la materia extraña?
- 7) ¿Qué medidas de seguridad como detectores de metales, magnetos, filtros, etc., son usadas para dar garantía al consumidor respecto a riesgos físicos?

g) Empaque.-

- 1) ¿Afecta el método de empaque la multiplicación de los microorganismos patógenos?
- 2) ¿Dice claramente el empaque "Mantener en Refrigeración" o "Mantener Congelado" si esto es requerido para la seguridad del alimento?
- 3) ¿Incluye el empaque instrucciones de uso para un manejo y utilización en forma segura por parte del consumidor?
- 4) ¿Resiste el material de empaque los daños y además evita la entrada de contaminación microbiana?
- 5) ¿Es inviolable el empaque?
- 6) ¿Está adecuadamente identificado cada empaque?
- 7) ¿Posee cada empaque con producto el contenido neto que se especifica?

h) Sanitización o desinfección -

- 1) ¿Puede la sanitización o desinfección del equipo y personal influir en la seguridad del alimento que se está procesando?
- 2) ¿Puede ser limpiado y desinfectado fácilmente el equipo?
- 3) ¿Es posible proveer las condiciones sanitarias, en forma adecuada y consistente, al equipo y personal para asegurar la producción de alimentos sanos?

i) Salud del personal, higiene y educación.-

- 1) ¿Puede la salud del personal o sus prácticas afectar la seguridad del alimento que se está procesando?
- 2) ¿Comprende el personal el proceso y los factores que deben controlarse para asegurar la obtención de un alimento seguro?
- 3) ¿Tienen los empleados la posibilidad de informar a sus superiores de un problema que pueda suponer un riesgo para la seguridad del alimento?

j) Condiciones de almacenamiento entre el empaquetado y el producto final -

- 1) ¿Cuál es el riesgo o cuáles son los riesgos existentes durante el almacenamiento que puedan traer como consecuencia la presencia de alimentos microbiológicamente no seguros?

k) Uso del producto.-

- 1) ¿Será el alimento calentado por el consumidor?
- 2) ¿Es seguro el consumo del alimento si es recalentado?

i) Consumidor.-

- 1) ¿Está dirigido el alimento al público en general?
- 2) ¿Está dirigido el alimento a una población específica como niños, ancianos o individuos inmunocomprometidos?

J VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO EN POLVO.

(O.E. 4)

La determinación de las ventajas y desventajas de la aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo puede realizarse, por una parte, a partir del análisis y la integración sistemáticas de toda la información disponible acerca de este sistema; y por otra parte, mediante la puesta en práctica de un plan basado en el sistema HACCP en un determinado proceso de producción de huevo en polvo bajo este enfoque, realizando los registros concernientes al punto que se trata. Asimismo, se considera que tales ventajas, de una manera general, serían las siguientes:

1) Ventajas.-

El principal beneficio en la utilización del sistema HACCP es que garantiza la calidad sanitaria de los alimentos, que pone énfasis en la prevención y no en el análisis e inspección de los productos finales, además de que delega la responsabilidad de la seguridad de los productos a quienes los elaboran.

La aplicación de este método en cualquier operación en el proceso de alimentos redundará en una notable disminución de los efectos causados al consumidor, ocasionados por las enfermedades transmitidas por alimentos, además de que reducirá las pérdidas económicas para beneficio del productor; así como también, mejorará el aspecto nutricional y la calidad higiénica del alimento.

Ayuda a controlar los puntos de riesgo en el proceso de un alimento. Disminuye o elimina la posibilidad de desarrollo, supervivencia o contaminación con microorganismos inaceptables, desde el punto de vista de la seguridad o alteración de los alimentos; así como los factores físicos y/o químicos que pudiesen deteriorar la calidad del producto y poner en peligro la salud del consumidor.

Se logra un mejor uso y aprovechamiento de los recursos disponibles, y ofrece una respuesta más oportuna a los problemas que se presentan. Por otra parte, la aplicación del sistema HACCP puede mejorar la eficacia de la verificación por parte de las autoridades sanitarias encargadas del control sanitario de los bienes y servicios; además aumenta la seguridad de que los productos que usa y consume la población son elaborados con una adecuada calidad sanitaria.

2) Desventajas.-

Se considera que la principal limitante del sistema HACCP es que la aplicación del mismo se realice de manera errónea y sin la participación de todos los que están involucrados en el proceso de producción del huevo en polvo, así como no contemplar todos los factores que afectan directamente la seguridad del producto.

Por otra parte, se ha mencionado que la comunidad científica cree que además de los patógenos conocidos a la fecha, puede haber nuevos patógenos o problemas desconocidos que pueden ser peores; es decir, que si se logra controlar a *Escherichia coli*, *Salmonella*, etc., aparecerán otros patógenos anteriormente no descubiertos; a este respecto se afirma que el sistema HACCP no ayuda en anticipar la aparición de nuevos problemas (158).

En este sentido, aún cuando se acepta que la aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo, muy probablemente no controle riesgos físicos, químicos o biológicos desconocidos a la fecha, se considera que es un sistema altamente eficiente en el control y eliminación de los riesgos conocidos en el proceso de producción del huevo de gallina en polvo o deshidratado, por lo que se recomienda su aplicación en dicho proceso.

DISCUSIÓN

Este trabajo presenta, por una parte, una recopilación bibliográfica acerca de la avicultura en general, las gallinas ponedoras, los alimentos para consumo humano, el huevo de gallina en particular, la salud pública y el sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control, llamado HACCP. Por otra parte, tal recopilación de temas está interrelacionada directamente con el objetivo general de mostrar información acerca del origen, definición, desarrollo, principios, etapas e importancia del sistema HACCP aplicado en la industria alimentaria y, específicamente, en la elaboración o producción de huevo en polvo; así como la descripción de este sistema, secuencia para la aplicación del mismo, relación con los criterios microbiológicos y otros conceptos como el de buenas prácticas de manufactura (BPM/GMP) y el de calidad, seguridad y aceptabilidad (CSA/QSA), etc. Asimismo, se incluyen aspectos tales como la identificación del uso del producto por parte de los consumidores, diagrama de bloques y de flujo del proceso de producción, señalamientos de cómo determinar los Puntos Críticos de Control y la identificación en los mismos de sus correspondientes especificaciones, acciones de monitoreo y medidas correctivas; así como comentarios acerca de las ventajas y desventajas al aplicar el sistema HACCP en la producción de huevo en polvo y algunas consideraciones relativas a un plan basado en el citado sistema para la elaboración del multicitado producto. Al respecto, se considera que los objetivos establecidos en la realización de este trabajo, han sido cubiertos por completo; sin embargo, es innegable que aún se podría abundar en varios aspectos, lo cual, reconociendo su particular importancia, excedería los fines previamente propuestos.

Cabe señalar que, a la fecha de conclusión de este trabajo, se contó con el conocimiento de la aplicación del sistema HACCP sólo a nivel de plantas de procesamiento de aves, así como a nivel de huevo en cascarón dentro de la avicultura comercial en los Estados Unidos de América; por lo que la propuesta teórica de aplicación del sistema HACCP en la producción de huevo en polvo, desarrollada en este trabajo, no fue

confrontada con trabajos similares, ya que, hasta donde se sabe, no existen tales referencias como parámetros de comparación.

CONCLUSIONES

Al ser el sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control una herramienta de gran utilidad para prevenir, es decir, para evitar, la contaminación de los alimentos con microorganismos o con sustancias que implican riesgos para la salud de los consumidores, la aplicación de tal sistema, denominado HACCP, en la producción de huevo de gallina en polvo o deshidratado, resulta de gran importancia tanto para la salud de los consumidores como para la economía de los productores; al contar estos últimos con un producto de excelente calidad y con un amplio margen de valor agregado debido al sistema al que ha sido sometido el producto durante su elaboración, es decir, este sistema es doblemente eficiente pues, por una parte, garantiza la producción de un alimento sano, higiénico y de alta calidad en beneficio de los consumidores; y por la otra, al ser aplicado correctamente, favorece que el productor del alimento, en este caso el huevo en polvo, obtenga a través de la comercialización del mismo una ganancia económica razonable. Por estos motivos se recomienda su aplicación no sólo en la producción de huevo en polvo, sino en toda la industria pecuaria dedicada a la producción de alimentos para consumo humano.

Acerca de esto último, cabe señalar la necesidad de realizar estudios para determinar con exactitud y confiabilidad, la factibilidad económica de poner en práctica, de manera generalizada, al sistema HACCP en los diversos procesos de producción pecuaria destinados a la producción de alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) ACHA P. N., Syfres B. Zoonosis y Enfermedades Comunes al Hombre y a los Animales -- O.P.S., Publicación Científica número 354, 3ª impresión, 1984. México, 708 páginas.
- 2) ALCOLADO A. Identification & Management of Hazards in Liquid Milk HACCP, LISA, Indicator Organisms of Failures in the Process, Indicator Organisms of Keeping Quality. Modern Microbiological Methods for Dairy Products. 1989 Spain, p p. 81-92.
- 3) BAIRD Parker A.C. HACCP and Food Processing. Unilever Research, Colworth House, Sharnbrook, Bedford MK 44 1LQ., 6 páginas.
- 4) BAKER R.C. Colesterol y Huevos. En Industria Avícola, vol. 36, núm. 11, 1989 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 5) BAKER R.C. La *Salmonella enteritidis* - ¿Vertical u Horizontal?. En Industria Avícola, vol. 38, núm. 9, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 62 páginas.
- 6) BAKER R.C. Nuevas Alternativas en el Mercado de Huevo. En Industria Avícola Vol. 38, núm. 8, 1991 Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.
- 7) BALNAVE D. ¿Le Preocupa la Pureza del Agua?. En Industria Avícola, vol 38, núm 11, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.
- 8) BANKS Stuart, The Complete Handbook of Poultry-Keeping. Van Nostrand Reinhold Company. 1979. Great Britain. 216 páginas.
- 9) BARBUT S., Arrington L.C., Maurer A.J. Duración del Huevo Cocido. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 7, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.

- 10) BARRIOS R.M.E. Guía Para el Control de Calidad del Huevo y su Aplicación en la Zona Urbana de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. México, 1985, tesis profesional de licenciatura (M.V.Z.)--UNAM, FES-C. 72 páginas.
- 11) BERMUDEZ A.J. Erradicación de MG Ayuda a la Eficiencia de las Ponedoras. En Industria Avícola, vol. 38, núm 2, 1991 Watt Publishing Co., E U A., 26 páginas.
- 12) BLACKBURN, C de W; Patel. Brief Evaluation of the Microscreen *Salmonella* Latex Slide Agglutination Test for the Detection of *Salmonella* In Foods. En Technical Notes - - - Leatherhead-Food RA. Núm 86, 1989. Surrey U.K., 11 páginas.
- 13) BRESSANI R. Evolución de la Ciencia y la Tecnología de Alimentos en los Países en Desarrollo Durante los Últimos 50 Años. Cuadernos de Nutrición, vol. 16, número 5, septiembre-octubre, 1993. México, 16 páginas.
- 14) BRYAN F. Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Concept. En Dairy, Food and Environmental Sanitation. 10: 7, 1990. E.U.A., p.p. 416-418.
- 15) BURTON M. Ayes -- Ediciones Dalmon de México S.A. 1985., México 231 páginas.
- 16) BUTCHER G. Miles R. Mala Pigmentación de Huevos Marrones. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 10, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 46 páginas.
- 17) BUTCHER G., Miles R., Nilipour A. La Bronquitis Infecciosa Peligro Para Ponedoras. En Industria Avícola, vol. 39, núm. 1, 1992. Watt Publishing Co., E.U.A., 52 páginas.

- 18) BUTCHER G., Milles R., Nilipour A. La Calidad del Cascarón del Huevo. En Industria Avícola, vol. 38, núm. 11, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.
- 19) BUTCHER G., Milles R., Nilipour A. La Gravedad Específica del Huevo Midiendo la Calidad de la Cáscara. En Industria Avícola, vol. 38, núm. 12, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 46 páginas.
- 20) CAMPDEN. Food & Drink Association/National Food Processors Association Service to Members. EC/USA: Status Report. HACCP Legislation (European Community/United States). Issue One, september 1993. U.S.A., 1 página.
- 21) CHRISTENSEN S. HACCP Approach in Catering SAS Service Partner Laboratory Møgleby Torv 2. 2791 Dragoer, Denmark., 8 páginas.
- 22) CLARKE G.C. The Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Approach to Slaughter Quality Control in Red Meat Abattoirs. Agriculture Canadá, Food Production and Inspection Branch. Meat and Poultry Products Division 2255 Carling Avenue. Ottawa, Ontario K1A 0A9. Canadá, 5 páginas.
- 23) CODONY R., Barroeta A.C. El Huevo y la Nutrición Humana. En Nuestro Acontecer Avícola, vol. 2, núm. 5, 1994. Ediciones Pecuarías de México S.A. de C.V., México, 64 páginas.
- 24) COLLINS C.H. Métodos Microbiológicos. Editorial Acribia, Zaragoza, 1969 España, 410 páginas.
- 25) CUARON J.M. Procesamiento e Industrialización del Huevo en México. En Nuestro Acontecer Avícola, vol. 2, núm. 5, 1994. Ediciones Pecuarías de México S.A. de C.V., México, 64 páginas.
- 26) ELEAZER T.H. La Enfermedad del Hígado y Bazo Gigante. En Industria Avícola, vol. 41, núm. 10, 1994. Watt Publishing Co., E.U.A., 38 páginas.

- 27) ENSMINGER M.E. Producción Avícola. 1º edición, editorial El Ateneo, 1976. Argentina, 283 páginas
- 28) ENTIS P. Hydrophobic Grid Membrane Filter Method for Aerobic Plate Count in Foods: Collaborative Study. En J. Assoc. Off. Anal. Chem. , vol 69, núm. 4, 1986. Canadá, p.p. 671-676
- 29) ENTIS P. Rapid Hydrophobic Grid Membrane Filter Method for *Salmonella* Detection in Selected Foods: Collaborative Study. En J. Assoc. Off. Anal. Chem., vol. 68, núm. 3, 1985. Canadá, p.p. 555-566
- 30) FLORES C R. "Epizootiología de la Salmonelosis en Bovinos, Porcinos y Aves" -- En Ciencia Veterinaria. Vol. 3, 1981, UNAM, México, 507 páginas.
- 31) FOOD PROCESSORS INSTITUTE. HACCP Principles for Food Production-Contents HACCP/Course Manual-Stablishing HACCP Program. Ed. Kenneth E. Stevenson. 1993. Washington D C , U.S.A.
- 32) FRAZIER W.C., Westhoff D.C. Microbiología de los Alimentos. 3º edición, editorial Acribla, Zaragoza, 1978. España, 522 páginas.
- 33) FSIS. Generic HACCP Model for Cooked Sausage. United States Department of Agriculture, 1994. U.S.A., 19 páginas.
- 34) FSIS. Generic HACCP Model for Swine Slaughter. United States Department of Agriculture. 1994. U.S.A., 17 páginas.
- 35) FSIS. HACCP Roundtable-Summary Report. United States Department of Agriculture. 1994. U.S.A., 42 páginas.
- 36) FSIS. Improving the Safety of Meat and Poultry. Background on A Science-Based Strategy for Protecting Public Health. United States Department of Agriculture. january-february 1995 U.S.A., 27 páginas.

- 37) GARLAND Patrick. *Salmonella Control in Feed Manufacturing*. En Feed International, vol. 16, núm. 7, 1995. Watt Publishing Co., U.S.A., 50 páginas.
- 38) GENIGEORGIS, C., Rieman H.P. Foodborne Infections and Intoxications: Food Processing and Hygiene.-- Academic Press, New York, 1979. E.U.A., 96 páginas.
- 39) GRIFFIN H.D. ¿Por qué es tan Difícil Reducir el Contenido de Colesterol en la Yema del Huevo? En Industria Avícola, vol. 37, núm. 3, 1990 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 40) GÜNTER F. Inspección Veterinaria de Alimentos -- Editorial Acribia, Zaragoza, 1965. España, 427 páginas.
- 41) HARMS R.H. Mejorando el Rendimiento de Ponedoras Comerciales en Climas Cálidos. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 8, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 42) HARRY E G. "Contaminación Bacteriana Extragenital del Cascarón": Efectos Indeseables Sobre la Composición del Huevo.-- En Memorias del XI Congreso de Avicultura.- Editorial Prensa Médica Mexicana, 1962 México. 802 páginas.
- 43) HARTMAN R. Aminoácidos Después de la Muda. En Industria Avícola, vol. 41, núm. 6, 1994. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 44) HARTMAN R. Compruebe el Contenido de Calcio. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 3, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 45) HARTMAN R. Efectos de la Densidad de Pollonas Sobre el Rendimiento de Postura. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 9, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.

- 46) HARTMAN R. El Bermudagrass Mejora el Rendimiento y Color de la Yema En Industria Avícola, vol. 36, núm. 3, 1989 Watt Publishing Co., E U.A., 38 páginas.
- 47) HARTMAN R. El Manganeso es Crítico Para la Cáscara En Industria Avícola, vol. 41, núm. 1, 1994 Watt Publishing Co., E.U.A., 58 páginas.
- 48) HARTMAN R. Las Harinillas de Trigo Pueden ser Utilizadas en el Alimento de Ponedoras. En Industria Avícola, vol. 38, núm. 8, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas
- 49) HARTMAN R. Las Ponedoras y el Ayuno Corto En Industria Avícola, vol. 37, núm. 6, 1990, Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas.
- 50) HARTMAN R. Pollonas y Luz. En Industria Avícola, vol. 39, núm. 2, 1992. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 51) HARTMAN R. Retiro de Alimento en Ponedoras. En Industria Avícola, vol. 41, núm. 10, 1994. Watt Publishing Co., E.U.A., 38 páginas.
- 52) HARTMAN R. Voltaje Eléctrico no Daña la Producción de Huevos. En Industria Avícola, vol. 41, núm. 9, 1994. Watt Publishing Co., E U.A., 42 páginas.
- 53) HOLLMAN P.C.H., Katan M.B. Bias and Error in the Determination of Common Macronutrients In Foods: Interlaboraty Trial. En J. Am Diet Assoc., vol. 88 (5), 1988 Chicago, E U.A., p.p. 556-563.
- 54) HOYLE C.M., Garlich J.D. Efecto de una Dieta Alta en Grasa Alimentada Antes o Durante la Madurez Sexual Sobre el Peso del Huevo. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 7, 1988. Watt Publishing Co., E U.A., 42 páginas.
- 55) HULAN H.W., Proudfoot F.G. Avena Desnuda Apropiada en Raciones Para Ponedoras En Industria Avícola, vol. 33, núm. 2, 1986. Watt Publishing Co., E U.A., 34 páginas.

- 56) ICMSF. Microorganismos de los Alimentos 1. Técnicas de Análisis Microbiológico -- Editorial Acribla, Zaragoza, 1983 España, 431 páginas.
- 57) ICMSF Microorganismos de los Alimentos 2. Métodos de Muestreo Para Análisis Microbiológicos: Principios y Aplicaciones Específicas -- Editorial Acribla, Zaragoza, 1981. España, 215 páginas.
- 58) ICMSF Microorganisms in Foods 4. Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System to Ensure Microbiological Safety and Quality. Blackwell Scientific Publications, Boston, 1988. E U A., 357 páginas.
- 59) INDUSTRIA AVICOLA. Análisis de *Salmonella* en dos Minutos. Análisis Para Pátogenos y Micotoxinas de la A a la Z. Vol. 42, núm. 4, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A , 38 páginas.
- 60) INDUSTRIA AVICOLA. Aumentando el Tamaño del Huevo. Vol. 39, núm 1, 1992 Watt Publishing Co., E.U.A., 52 páginas.
- 61) INDUSTRIA AVICOLA. Calcio en el Agua de Bebida. Vol. 37, núm. 12, 1990 Watt Publishing Co , E.U.A., 26 páginas.
- 62) INDUSTRIA AVICOLA. Calcio y Fósforo Para Ponedoras Vol. 41, núm. 6, Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 63) INDUSTRIA AVICOLA. Clara de Huevos en Polvo. Vol. 37, núm. 6, 1990. Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas.
- 64) INDUSTRIA AVICOLA. Control de Salmonela. Vol 42, núm. 11, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 45 páginas.
- 65) INDUSTRIA AVICOLA. El Agua Gaseosa Reduce el Adelgazamiento del Cascarón en el Calor. Vol 33, núm. 3, 1986. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.

- 66) INDUSTRIA AVICOLA. El Desplume Forzado con Grano Entero de Cebada. Vol. 35, núm. 2, 1988 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 67) INDUSTRIA AVICOLA. El Exceso de Harina de Sangre Tuvo Efectos Negativos. Vol. 35, núm. 3, 1988 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 68) INDUSTRIA AVICOLA. El Huevo Cuadrado. Vol. 37, núm. 1, 1990. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 69) INDUSTRIA AVICOLA. El Suplemento con Triptofano Mejora la Producción de Huevos. Vol. 37, núm. 1, 1990 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 70) INDUSTRIA AVICOLA. El Valor del Maíz de Alto Contenido en Aceite. Vol. 35, núm. 2, 1988 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 71) INDUSTRIA AVICOLA. El Yeso Como una Fuente de Calcio Para Ponedoras. Vol. 35, núm. 6, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 72) INDUSTRIA AVICOLA. Empresas Líderes 1995. Vol. 42, núm. 1, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 54 páginas.
- 73) INDUSTRIA AVICOLA. Higiene. Vol. 42, núm. 3, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 74) INDUSTRIA AVICOLA. Infecciones por *M. gallisepticum* Dañan la Producción. Vol. 42, núm. 5, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 46 páginas.
- 75) INDUSTRIA AVICOLA. Huevos Criogénicos: Un Gran Avance Para la Industria de los Huevos. Vol. 36, núm. 1, 1989. Watt Publishing Co., E.U.A., 50 páginas.

- 76) INDUSTRIA AVÍCOLA. ¿La Concha de Ostión o Piedra Caliza Para el Calcio? Vol. 34, núm. 9, 1987. Watt Publishing Co., E.U.A., 58 páginas.
- 77) INDUSTRIA AVÍCOLA. La Restricción de la Energía Sobre el Rendimiento de Gallinas en Muda Forzada Vol. 33, núm. 9, 1986 Watt Publishing Co., E.U.A., 46 páginas.
- 78) INDUSTRIA AVÍCOLA La Temprana Pelecha de Cuatro Días Mejora la Calidad del Cascarón. Vol 35, núm 2, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A, 34 páginas.
- 79) INDUSTRIA AVÍCOLA. ¿Las Unidades Haugh son Acertadas? Vol. 41, núm. 3, 1994. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 80) INDUSTRIA AVÍCOLA. Los Pollitos se Medran con las Luces Verdes Vol. 37, núm 8, 1990. Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas
- 81) INDUSTRIA AVÍCOLA. Necesidad de Fósforo Para la Ponedora. Vol. 35, núm. 6, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 82) INDUSTRIA AVÍCOLA. Necesidades Protelcas Después del Segundo Desplume. Vol 35, núm 12, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 83) INDUSTRIA AVÍCOLA. Nuevo Método Para el Desplume Forzado. Vol. 35, núm. 8, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A , 34 páginas.
- 84) INDUSTRIA AVÍCOLA. Prelavado en Condensadores de Huevos. Vol. 33, núm. 12, 1986. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 85) INDUSTRIA AVÍCOLA. Producción de Huevos de Mesa. Vol. 42, núm. 10, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 46 páginas.

- 86) INDUSTRIA AVÍCOLA. Se Produce una Yema de Huevo con Bajo Colesterol. Vol. 35, núm. 12, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 87) INDUSTRIA AVÍCOLA. Soya Tostada Para Ponedoras. Vol. 39, núm. 2, 1992 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 88) INDUSTRIA AVÍCOLA. Tasa y Duración de la Formación del Cascarón. Vol. 34, núm. 11, 1987. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 89) INDUSTRIA AVÍCOLA. Tensión por Calor y Niveles de Calcio en la Sangre de Gallinas Ponedoras. Vol. 34, núm. 11, 1987. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 90) INDUSTRIA AVÍCOLA. Valor Pigmentante de los Follajes de Yuca en Raciones Para Ponedoras Vol. 34, núm. 3, 1987. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 91) IYENGAR J.R., Ramanathan P.K., Soumithri T.C., Sripathy N.V. Preparation of Chicken and Duck Whole Egg Powders by the Flash Pasteurization Technique. En Journal of Food Science and Technology. Central Food Technological Res. Inst., Mysore, 6 (3), 1969. India. p.p. 179-183.
- 92) IYENGAR J.R., Sripathy N.V., Suryanarayana R. R. Studies on the Preparation of Whole Chicken Egg Powder. En Journal of Food Science and Technology. Central Food Technological Res. Inst., Mysore, 6 (2), 1969 India p.p. 89-92.
- 93) JAWETZ E. Meinick J.L., Adelberg E.A. Manual de Microbiología Médica.-- 9ª ed. El Manual Moderno S.A., 1981. México, 595 páginas.
- 94) KESHAVERZ K. Calidad de la Cáscara. En Industria Avícola, vol. 38, núm. 2, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas.

- 95) KNOWLES N.R. "Métodos Para Limpiar Huevos y su Efecto Sobre la Calidad".-- En Memorias del XI Congreso de Avicultura. Editorial Prensa Médica Mexicana, 1962. México, 802 páginas.
- 96) LAI C.C., Gilbert S.G., Manheim C.H. New *Salmonella* Detection Method Provides Better Control at P & G. En Prep. Foods. Gorman Publishing Co., vol. 154 (6), 1985, Chicago, E.U.A., p. 58.
- 97) LONGTESTIJN J.G. van., Veterinarians and the QSA Concept. Department of the Science of Food of Animal Origin, Faculty of Veterinary Medicine, University of Utrecht The Netherlands., 3 páginas.
- 98) LOPEZ Pérez Jorge, et., al. Análisis de Riesgo y Determinación de Puntos Críticos de Control-Jamón Cocido. 25 de noviembre de 1994. Ciudad Universitaria, México, 16 páginas
- 99) MARTIN-MARTINEZ C.J. Guía del Inspector Veterinario Titular: Bromatología Sanitaria. Vol. (1).-- Barcelona, Editorial Aedos, 1975. España, 432 páginas.
- 100) MENHER A. La Gallina.-- Zaragoza, Editorial Acribia, 1969. España, 227 páginas.
- 101) MEZA T.H.A. La importancia de la Cutícula. En Nuestro Acontecer Avícola, vol. 1, núm. 4, 1993. Ediciones Pecuarías de México S.A. de C.V., México, 64 páginas.
- 102) MIDGLEY M.M. Producción Intensiva de Huevos. Traducción del boletín No 152 de "Intensive Poultry Management for Egg Production" Editorial Acribia, 1966. España, 136 páginas.
- 103) MILES Laboratories, Inc., Blotech Products Division. DEEO: A Glucose Oxidase and Catalase Enzyme System.-- Elkhart, Indiana, 1985, U.S.A. 3 páginas.

- 104) MILES Laboratories, Inc. DEE O L-750. Enzimatic Desugarization of Eggs -- Elkhart, Indiana, 1977. U.S.A., 3 páginas
- 105) MILES R D., Butcher G.D. Control de *Salmonella* y la Muda Forzada. En Industria Avícola. Vol. 41, núm. 7, 1994. Watt Publishing Co., E.U.A., 38 páginas.
- 106) MOATS W.A. "Cleanings Washers, Conveyors Lower Bacteria on Eggs" -- En Poultry tribune. Vol. 87, núm. 2, 1981. Watt Publshing Co., E U.A., 42 páginas.
- 107) MONSEY J.R., Jones J.M. Limitations in the Use of an Enzymatic Test for Monitoring the Thermal Pasteurization of Dried Chicken Egg White. En Journal of Food Technology. Food Res. Inst., 16 (4), 1981. Colney Lane, Norwich NRA 7UA, U.K., p.p. 445-446.
- 108) MORAN E. Nuevos Requisitos Nutricionales. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 3, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 109) MUSTARD N.S., Stebbins E.L. Introducción a la Salud Pública. Traducción de la 4ª edición en Inglés. Editorial Prensa Médica Mexicana, 1980. México, 304 páginas.
- 110) NESHEIM M.C., Austic E.R., Card L.E. Poultry Production.-- 12ª edición. Philadelphia. Editorial Lea & Febiger, 1979. U.S.A., 399 páginas.
- 111) NILIPOUR A.H. Factores que Afectan el Tamaño del Huevo. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 5, 1995. Watt Publishing Co., E U.A , 46 páginas.
- 112) NILIPOUR A.H. Ventilación Adecuada. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 3, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 113) NOLAN M. Control de Moscas En Industria Avícola, vol. 42, núm. 3, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.

- 114) NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Preparación de Alimentos que se Ofrecen en Establecimientos Fijos. Especificaciones Sanitarias. Cédula de Verificación. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana. México 18 páginas
- 115) NOM-F-253-1977 -- Cuenta de Bacterias Mesófilas Aerobias. México. 4 páginas.
- 116) NOM-F-254-1977.-- Cuenta de Organismos Coliformes. México. 5 páginas.
- 117) NOM-F-308-1977.-- Cuenta de Organismos Coliformes Fecales. México 3 páginas.
- 118) NOM-F-310-1978 -- Determinación de Cuenta de Estafilococo Aureo. Coagulasa Positiva en Alimentos. México. 7 páginas.
- 119) NOM-F-187-1978.-- Determinación del Número más Probable de Gérmenes. México. 8 páginas.
- 120) NOM-F-330-S-1979.-- Huevo Entero Deshidratado o en Polvo. México. 8 páginas
- 121) NOM-F-255-1978.-- Método de Conteo de Hongos y Levaduras en Alimentos. México 4 páginas.
- 122) NOM-F-304-1977.-- Método General de Investigación de Salmonella en Alimentos. México. 15 páginas.
- 123) NOM-F-285-1977.-- Muestreo y Transporte de Muestras de Alimentos Para su Análisis Microbiológico. México. 3 páginas.
- 124) NOM-F-286-1977.-- Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos Para Análisis Microbiológicos. México. 4 páginas

- 125) NORTH M.O. Manual de Producción Avícola. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. 1982. México, 816 páginas.
- 126) NUESTRO ACONTECER AVICOLA. Mina de Oro en un Cascarón. Vol. 2, núm. 5, 1994. Ediciones Pecuarías de México S.A. de C.V., México, 64 páginas.
- 127) O.P.S. El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre. 12ª edición, publicación científica No. 372. 1975. E.U.A. 406 páginas.
- 128) O.P.S. El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre. Publicación científica No. 442.-- 13ª edición, 1980, México, 486 páginas.
- 129) OPITZ, H.M., Singer J.T., Henzler D.J. Epidemiología de la Salmonelosis en Ponedoras. En Industria Avícola, vol. 39, núm. 1, 1992. Watt Publishing Co., E.U.A., 52 páginas.
- 130) PENABAD A., Nury R., Hilario M. Normalización de Alimentos y Salud Para América Latina y el Caribe: Certificación de la Calidad. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 99 (6), 1985. México, 5 páginas.
- 131) PEREZ M.J.A., Vázquez M.J.R., Rodríguez S.M.C., Miranda M.R.E., Romo G.A.L., Nader G.E. Procedimientos de Laboratorio Para Bacteriología y Micología Veterinarias.-- U.N.A.M., 1987. México, 209 páginas.
- 132) PRUCHA J.C., Hollingsworth J.M., James W.O. The Application of HACCP to Poultry Inspection - Status Report of a Feasibility Study. 4 páginas.
- 133) QUEVEDO F. Normalización de Alimentos y Salud Para América Latina y el Caribe: Importancia de los Criterios Microbiológicos. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 99 (6), 1985. México, 6 páginas.

- 134) RIVERA Q.J., Determinación de los Límites Críticos de Cargas Bacterianas (Cuenta Estándar de Mesófilos) en Carne de Cerdo Fresca y Congelada. México, 1996, tesis profesional de licenciatura (M.V.Z.) – UNAM, FES-C. 76 páginas.
- 135) ROJAS S.W. Más Huevos en Verano. En Industria Avícola, vol. 37, núm. 12, 1990. Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas.
- 136) RUIZ B. Clasificación de Huevo en los E.U.A., Perspectivas en México. En Nuestro Acontecer Avícola, vol. 2, núm. 5, 1994. Ediciones Pecuarías de México S.A. de C.V., México, 64 páginas
- 137) RUIZ V.S., Alfaro M.G.L. Diseño de una Planta Tipo Inspección Federal. México, 1996, tesis profesional de licenciatura (Ingeniería en Alimentos) -- UNAM, FES-C. 130 páginas.
- 138) SALCEDO Perón, E. Técnicas y Prácticas Modernas en la Cría de la Gallina.-- Editorial Editores Mexicanos Unidos, 1ª edición, 1980. México, 333 páginas.
- 139) SANCHEZ-CARRILLO F., Castaldo D.J. Mexican Feed Market. En Feed Management, vol. 46, núm. 10, 1995, Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.
- 140) SCHWARZ G. Cinco Factores que Influyen la Resistencia a la Rotura de la Cáscara de Huevo. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 6, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 141) SCOTT M.L., Nesheim M.C., Young R.J. Alimentación de las Aves.-- 1ª edición. Barcelona, Ediciones GEA, 1973. España, 506 páginas.

- 142) SECRETARÍA DE SALUD. Dirección General de Epidemiología. Informe Semanal. Semana N° 2, del 8 al 14 de enero de 1995. Editado el 26 de enero de 1995. Vol. 1, núm. 2 1995, México, 32 páginas.
- 143) SECRETARÍA DE SALUD. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. En Diario Oficial de la Federación, tomo CDXII, No. 11, 18 de enero de 1988. México, 168 páginas.
- 144) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos Aplicado al Servicio de Banquetes 1994. México, 23 páginas.
- 145) SECRETARÍA DE SALUD. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994: Preparación de Alimentos que se Ofrecen en Establecimientos Fijos. Especificaciones Sanitarias. Cédula de Verificación. En Diario Oficial de la Federación, tomo CDXC, N° 23, 29 de julio de 1994. México, 256 páginas.
- 146) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en la Elaboración de "Conservas Acidificadas". 1994 México, 80 páginas.
- 147) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en la Elaboración de Productos Cárnicos. 1994. México, 104 páginas.
- 148) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en la Industria de Leche Pasteurizada. 1994 México, 52 páginas.

- 149) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en la Industria del Hielo. 1994. México, 70 páginas.
- 150) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Guía Para la Autoverificación de las Buenas Prácticas de Higiene en su Establecimiento. 1993. México, 32 páginas.
- 151) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Guía Para la Verificación de un Rastro. 1994. México, 73 páginas.
- 152) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Manual de Aplicación del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos. 1993. México, 49 páginas.
- 153) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad. 1993. México, 64 páginas.
- 154) SECRETARÍA DE SALUD. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Manual de Buenas Prácticas de Sanidad en Rastros Municipales. 1994. México, 52 páginas.
- 155) SEP/TRILLAS. Aves de Corral. Manuales Para Educación Agropecuaria; Área: Producción animal, 1ª edición, 1982. México, 112 páginas.

- 156) SEP/TRILLAS. Control de Calidad de Productos Agropecuarios. Manuales Para Educación Agropecuaria; Área: Industrias rurales, 1ª edición, 1985 México, 102 páginas.
- 157) SKOVAGARD N HACCP Approach - The Concept at Farm Level. Institute of Hygiene and Microbiology. Royal Veterinary and Agricultural University. 13 Bulowvej, DK - 1870 Frederiksberg C., Denmark . 4 páginas.
- 158) SMITH G., Thornton G., Wright C. Adopción del HACCP Difícil Para la Industria/ ¿Qué es HACCP? /MEGA-REG. En Industria Avícola, vol. 43, núm 11, 1996 Watt Publishing Co., E.U.A., 50 páginas.
- 159) SNYDER O. Food Safety 2000. Applying HACCP for Food Safety Assurance in the 21st. Century. En Dairy, Food and Environmental Sanitation 10 (4), 1990. E U A., p.p. 197-204.
- 160) SOLOMON S. La Cáscara: Señal de Tensión En Industria Avícola, vol. 38, núm 2, 1991. Watt Publishing Co., E.U.A., 26 páginas.
- 161) SOLOMON S. Translucidez: Algunos Factores Causantes. En Industria Avícola, vol. 33, núm. 11, 1986. Watt Publishing Co., E.U.A., 38 páginas
- 162) TILLMAN P.B., Waldroup P.W. Efectos de la Alimentación de Amaranto Extruído a Gallinas Ponedoras. En Industria Avícola, vol 35, núm. 7, 1988, Watt Publishing Co., E.U.A., 42 páginas.
- 163) TITUS H.W. Alimentación Científica de las Gallinas.-- 3ª edición. Zaragoza, Editorial Acribla, 1960. España, 290 páginas.
- 164) VARGAS G., R. Análisis de Riesgo e Identificación de Puntos Críticos de Control (ARPC) en el Aseguramiento de la Calidad de la Carne y Productos Cárnicos. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, 13 páginas.

- 165) VEGA F.L., García M.H. Bases Esenciales de la Salud Pública. La Prensa Médica Mexicana, 8ª impresión, 1984. México, 100 páginas
- 166) WARREN James J. Tendencias en las Ponedoras de Cáscara Marrón. En Industria Avícola, vol. 37, núm. 1, 1990. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 167) WILCOX G.P., Jordan H.C. Voltaje Desviado. ¿Podría Reducir la Producción de Huevo? En Industria Avícola, vol. 33, núm. 2, 1986. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 168) WOODHALL M. The Application of Hazard Analysis and Critical Control Points System to Milk Powder Manufacture. En Dairy Crest Foods Development Centre, Journal of the Society of Dairy Technology. Vol. 42, núm. 4, november 1989, Crudginton, Telford, Shropshire, 4 páginas.
- 169) WOODWARD S.A. Desarrollando una Industria de Huevos con Valor Agregado. En Industria Avícola, vol. 36, núm. 12, 1989 Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 170) WOODWARD S.A., Fluck R.C., Quart M.D., Janky D.M. Se Mejora la Fortaleza de la Membrana de la Yema por Medio del Trigo. En Industria Avícola, vol. 35, núm. 6, 1988. Watt Publishing Co., E.U.A., 34 páginas.
- 171) WRIGHT C. Detectando *S. pullorum*. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 4, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 38 páginas.
- 172) WRIGHT C. México en Crisis. En Industria Avícola, vol. 42, núm. 6, 1995. Watt Publishing Co., E.U.A., 32 páginas.
- 173) ZEHREN V.L. Processing Level - HACCP, Quality Assurance, P.O. Box 9010, Green Bay, WI 54307-9010, E.U.A., 11 páginas.

- 174) ZIMMERMAN D. Nutrición y Manejo de Cerdos de Destete Temprano.
En Alimentos Balanceados Para Animales, vol 3, núm 2, 1996 Watt
Publishing Co , E.U.A , 34 páginas.