

Tema: La cáscara del huevo: ¿desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola? Una experiencia cubana.

Ponente: Dr. Sc. Jesús Valdés Figueroa.

Colaboradores: Especialista Emilio Jesús Valdés; Especialista Manuel Alejandro Valdés.

Afiliación: BIONAT Centro de Investigaciones de Bioelementos Naturales “Dr. Juan Bruno Zayas”. MINSAP Ministerio de Salud Pública.

## RESUMEN.

Durante estos casi 20 años de investigaciones de las diferentes variedades de cáscara de huevo se han podido obtener resultados significativos mediante la aplicación del Reciclaje Múltiple y la rebioactivación de las mismas, lográndose una producción limpia con alto valor agregado en las formulaciones, y una amplia diversificación de productos, entre los que se encuentran el calcio biológico, el calcio iónico y otras sustancias extraídas y reconcentradas con tecnologías propias. El calcio, como uno de los elementos principales de la cáscara de huevo, es el mineral más abundante del organismo, y está involucrado en casi todas sus funciones metabólicas, desde la contracción y relajación de la musculatura, hasta la regulación del latir del corazón, pasando por la transmisión de los impulsos nerviosos. El calcio iónico interviene directamente en la nutrición celular, favorece la creación de nuevas células, participa en las síntesis de las proteínas, y ayuda al control de la presión arterial; es imprescindible en la formación de los huesos, dientes, músculos, los órganos componentes de los sistema nervioso y endocrino, así como también interviene en la replicación del ADN. El calcio controla el equilibrio entre la acidez y la alcalinidad del medio interno del organismo. Los bajos niveles de calcio aceleran el proceso de envejecimiento (más calcio implica más oxígeno). Los resultados de estas investigaciones han sido aplicados en la elaboración de alimentos funcionales, de los cuales se han desarrollado, fabricado y distribuido más de 210 millones de raciones, sin que se haya reportado reacción adversa alguna, o efectos secundarios, de su consumo.

Palabras clave: Valor agregado / Calcio / Calcio iónico / Calcio bioactivado / Oligoelementos / Mineralización / Micronutrientes / Sustancias orgánicas activas / Producción limpia / Medio ambiente / Reciclaje múltiple / Reconcentración / Rebioactivación / Estabilización / Alimentos funcionales / Biodisponibilidad / Piensos enriquecidos.

## INTRODUCCION.

Los primeros trabajos de investigación y desarrollo de las sustancias orgánicas, oligoelementos, bioelementos, bioactivos, y otros derivados de las diferentes variedades de cáscara de huevo comenzaron a finales del año 1989, en la búsqueda de soluciones territoriales con nuestros propios recursos naturales, en cumplimiento de las indicaciones dadas por el Estado y Gobierno. Los resultados de la aplicación de estos trabajos de investigación, tales como la obtención de lactoreemplazantes, la obtención de mejores fuentes proteicas, piensos enriquecidos, y formulaciones para el consumo humano, fueron presentados a los principales dirigentes de nuestro país a mediados del año 1990, quienes indicaron y recomendaron realizar un mayor escalado de las producciones, y la continuación de las investigaciones con la cáscara de huevo para promover su generalización a todo el país, en virtud de los logros científicos obtenidos.

A mediados del año 1993, sobre la base de los resultados obtenidos, y puestos a consideración de la máxima instancia del país, se decidió aumentar el volumen de las producciones, así como continuar las investigaciones, que condujeron a que en el año 1996 se aprobara y creara, mediante Resolución Ministerial, el “Centro de Investigaciones de Bioelementos Naturales” (también conocido como BIONAT), subordinado al Ministro de Salud Pública, siendo su Objeto Social la investigación, desarrollo, producción y comercialización a escalado de los diferentes principios activos, bioelementos y sustancias para formulaciones con componentes de las diferentes variedades de cáscara de huevo, con el objetivo de realizar las producciones de Alimentos funcionales, y otros productos de alto valor nutricional y tecnológico agregado, y distribuirlos fundamentalmente a las unidades del Sistema Nacional de Salud, y de Educación.

### *El Huevo.*

El huevo es un alimento muy antiguo, tan antiguo como la carne y el pescado. En muchas culturas y países se ha convertido en un motivo religioso. Entre los egipcios se admitía que la diosa Osiris había encerrado en un huevo doce pirámides blancas que simbolizaban los bienes infinitos, pero que Tifón, el hermano de aquella, las había sustituido por otra tantas pirámides negras. El huevo ha representado el principio de muchas cosas. De un huevo nació Cibeles, la madre de los dioses griegos, y a él se asimiló también la forma de la tierra. La búsqueda y hallazgo de huevos eran una obsesión para los druidas, lo que refleja la importancia que se le daba a este alimento.

El huevo resulta ser de gran importancia para la continuidad de la vida, cerrando así un ciclo de más de 200 millones de años. De los huevos nacieron los cocodrilos. Las hembras de estos impresionantes reptiles ponen como promedio entre 20 – 40 huevos, los que depositan en un nido construido en tierra firme, zonas boscosas, y sabana abierta, y que fabrican con lodo y material vegetal, los que, al descomponerse, mantienen una temperatura y humedad adecuadas. Por lo general, las hembras cuidan de sus nidos hasta la eclosión de los huevos, que ocurre 3 meses después de la puesta. Las crías permanecen bajo el cuidado de su madre por cerca de otros tres meses, momento en que abandonan el nido. De los reptiles como el cocodrilo surgieron las aves.

### ***Las particularidades del huevo.***

El huevo es un alimento valioso, por contener una proporción equilibrada de hidratos de carbono, grasas, proteínas, minerales y vitaminas (Tabla 1). Las proteínas del huevo son de alto valor biológico, por poseer un gran número de aminoácidos esenciales en su composición. El huevo es una importante fuente de minerales, destacándose el calcio, selenio, potasio, fósforo, yodo, zinc, y calcio (éste mayoritariamente presente en la cáscara). También el huevo es una buena fuente de vitaminas, entre las que se encuentran la B12, la biotina, el ácido pantoténico, la riboflavina, la niacina, y liposolubles ADE. El aporte de vitamina D es especialmente valioso, por ser una vitamina de escasa presencia en casi todas las dietas.

Tabla 1. Composición nutrimental del huevo de gallina. Se presenta la cantidad de cada componente respecto de 100 gramos de porción comestible.

Componente	
Agua, gramos	74.0
Energía, Kilocalorías	158.0
<b><i>Macronutrientes:</i></b>	
Proteínas, gramos	12.1
Grasa, gramos	11.1
• Saturada, gramos	3.35
• Mono-insaturada, gramos	4.08
• Poli-insaturada, gramos	1.24
Colesterol, miligramos	548.0
Carbohidratos, gramos	1.2
Fibra, gramos	0
<b><i>Minerales:</i></b>	
Sodio, miligramos	140.0
Potasio, miligramos	130.0
Cloruro, miligramos	160.0
Calcio, miligramos	57.0
Magnesio, miligramos	12.0
Fósforo, miligramos	200.0
Hierro, miligramos	1.9
Cobre, miligramos	0.08
Zinc, miligramos	1.3
Manganeso, miligramos	Trazas
Selenio, microgramos	11.0
Yodo, microgramos	53.0

El contenido de grasa de un huevo de peso promedio (58 gramos) es de 5.81 gramos, de los cuales aproximadamente el 60.0% (3.49 gramos) representan ácidos grasos insaturados. Estos ácidos grasos insaturados se adquieren a través de los alimentos que reciben las gallinas, y pueden pertenecer a cualquiera de las familias conocidas:  $\omega$ 3,  $\omega$ 6 y  $\omega$ 9. Algunos de los ácidos grasos insaturados son esenciales, debido a que hay que incorporarlos con la dieta regular, porque el organismo no los produce. Entre los ácidos grasos esenciales más significativos se

tienen el AAL ácido  $\alpha$ -linolénico, que forma parte de la familia de los ácidos grasos insaturados  $\omega$ 3; y el ácido linoleico, de la familia de los  $\omega$ 6.

Las grasas del huevo se concentran principalmente en la yema: la porción amarilla de este alimento, y que está compuesta, además, por proteínas, vitaminas y minerales. La cantidad de proteínas es de 31.1 gramos por cada 100 de sustancia seca; mientras que la de grasa es de un 65.8%. La yema es un medio rico y completo, favorable al crecimiento bacteriano. La fosvitina, como ligante del hierro, tiene propiedades antibacterianas. La yema del huevo presenta un alto contenido de ácidos grasos esenciales del tipo AAL, como también una elevada cantidad de lecitina (también denominada fosfatidilcolina). La fosfatidilcolina aporta al organismo Colina: la cual está implicada en multitud de procesos metabólicos y de síntesis de componentes celulares nerviosos. La deficiencia de colina puede acarrear el padecimiento de numerosas enfermedades carenciales, desde la demencia hasta la enfermedad metabólica, o la insuficiencia de ciertos órganos (hígado, riñón, médula ósea, entre otros). El huevo es un alimento clave para el aporte de Colina, por ser considerado como la fuente alimentaria más rica en dicho principio activo.

Tabla 2. Composición vitamínica del huevo de gallina. Se presenta la cantidad de cada vitamina respecto de 100 gramos de porción comestible.

Componente	
Retinol, microgramos	190.00
Carotenos, microgramos	Trazas
Vitamina D, microgramos	1.75
Vitamina E, microgramos	1.11
Tiamina, miligramos	0.09
Riboflavina, miligramos	0.47
Niacina, miligramos	0.10
Triptófano, miligramos	222.00
Piridoxina, miligramos	0.12
Vitamina B12, microgramos	2.50
Acido fólico, microgramos	50.00
Acido pantoténico, miligramos	1.77
Biotina, microgramos	20.00
Vitamina C, miligramos	0

Los componentes de la yema del huevo están contenidos por la membrana vitelina. Esta membrana está compuesta por lisozima (70.0%); proteína (24.8%); y otras sustancias (5.0%). La lisozima es un antibiótico natural que puede actuar inhibiendo el crecimiento de gérmenes Gram-positivos. Otro aporte del huevo a la dieta son los carotenoides que contiene como la luteína y la zeaxantina, que son sustancias antioxidantes que pueden proteger al organismo de ciertos trastornos oculares. Respecto a su papel en la dieta cardiosaludable, cabe decir que en el control de la hipercolesterolemia influye más la cantidad y el tipo de las grasas presentes en los alimentos que su contenido en colesterol.

Desde el punto de vista energético, un huevo de 58 gramos proporciona unas 85 Kilocalorías. Tanto la clara como la yema de huevo contienen proteínas, pero mientras que en la clara se encuentran en una solución acuosa, en la yema van unidas a sustancias lipoides. La proteína del huevo entero tiene un valor biológico muy alto, ya que es rica en aminoácidos esenciales tales como la Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Cistina, Fenilalanina, Tirosina, Treonina, Triptófano y Valina. La grasa se encuentra en mayor proporción en la yema (casi 30% del peso total). Sin embargo, en la clara sólo se encuentran trazas de grasa. La fracción lipídica del huevo contiene grandes cantidades de ácido oleico y ácido linoleico.

Las contaminaciones importantes del huevo son exógenas: la cáscara es contaminada con los microorganismos presentes en la cloaca de la gallina, las superficies de contacto con el huevo, o también con la del agua utilizada en la limpieza del mismo. La humedad de la cáscara favorece la penetración de los microorganismos. Después de una refrigeración del huevo, donde puede ocurrir una contracción de su contenido, el agua contaminada puede absorberse a través de los poros. Esta agua puede penetrar por capilaridad, o por un fenómeno de ósmosis.

La invasión de la clara y la yema por los microorganismos ocurre cuando éstos han logrado penetrar las membranas, multiplicarse en su interior. La presencia de lisozima favorecerá el desarrollo de las bacterias Gram-negativas, principalmente los coliformes (a temperaturas elevadas), o las pseudomonas (a temperaturas frías). A temperatura ambiente, después de la penetración de los gérmenes a través de la cáscara, la infección se queda ubicada al nivel de las membranas durante 15 – 20 días antes de extenderse hasta la yema, para llegar a concentraciones de 10<sup>9</sup> gérmenes/gramo. En el mismo tiempo, las propiedades inhibitorias de la clara disminuyen, haciéndose menos viscosa, y permitiendo a la yema entrar en contacto con las membranas. La microflora de los huevos rechazados de los incubadores se caracteriza por un aumento importante del número de los Gram-positivos. Las bacterias dominantes son bacillus, enterobacterias, lactobacillus, micrococcus y pseudomonasa.

El crecimiento de las salmonellas se caracteriza por la variabilidad del crecimiento después de unos días de incubación. Esta variabilidad es probablemente la consecuencia de diferencias de accesibilidad al complejo ovotransferrina-hierro. Una estancia de las salmonellas dentro de la clara de huevo produce importantes modificaciones morfológicas y fisiológicas. La estancia de Salmonellas dentro de un medio cerca de la clara de huevo (pH alcalino, presencia de ovotransferrina, carencia de hierro) parece modificar su resistencia a la acidez. La contaminación de la clara con la yema, durante el cascado, puede permitir un mejor desarrollo de las salmonellas como consecuencia de aportación de hierro.

### ***La cáscara del huevo.***

La cáscara constituye la cubierta protectora del huevo, la pared que le defiende de la acción de los agentes externos, y el medio a través del cual pueden realizarse intercambios gaseosos y líquidos con el ambiente que le rodea. La cáscara representa entre el 9 – 12 % del peso del huevo, lo que haría unos 5 – 7 gramos, según las razas de donde procede; y se compone principalmente de sustancias minerales, entre las cuales el Carbonato de calcio (94.0%) es una de las más importantes como componente estructural. Existen otros principios minerales en la

cáscara, pero en muy pequeñas cantidades, tales como el Fosfato tricálcico y el Carbonato de magnesio.



La cáscara es porosa (se pueden contar entre 7,000 – 17,000 poros), no es impermeable, y por lo tanto, esta película actúa como un verdadero revestimiento. La permeabilidad de la cáscara influye en la conservación del huevo y en las modificaciones que éste experimenta. En efecto, la cubierta protectora del huevo presenta numerosos poros que se dejan atravesar de fuera hacia dentro por los microbios, líquidos y gases del ambiente, los cuales pueden comunicar al huevo olor y/o sabor particulares. Este conocimiento de que la cáscara no constituye una pared impenetrable debe tenerse muy en cuenta en todas las actividades avícolas,

procurando sustraer los huevos de la acción de todos aquellos agentes externos que, por constituir un foco de contaminación, o transmitir a los alimentos propiedades desagradables, pueden dañar su conservación o sus cualidades, o pueden quedar atrapadas en la porosidad de las cáscaras, por lo que se hace necesario un control biológico constante y procedimientos adecuados para su eliminación. Por otra parte, la cáscara se deja atravesar en sentido contrario por los gases que contiene el huevo en su interior, y ello ocasiona una merma en su peso que ha de tenerse en cuenta.

La cutícula es una envoltura de proteína natural que cubre la parte exterior de la cáscara. Después de la puesta, el huevo, que se encontraba a la temperatura corporal de la gallina, se enfría. Se produce entonces una contracción de su contenido y, como consecuencia, una aspiración a través de los poros de la cáscara, obturando los poros. Así, la cutícula impide la penetración de los microorganismos. Esta cutícula es frágil y muy vulnerable a los tratamientos utilizados para limpiar los huevos. Esta película, bajo la acción de los diversos agentes externos (como la humedad, desecación, luz, y aire, entre otros), se va destruyendo poco a poco, dejando la cáscara al descubierto, y reduciendo notablemente la protección del huevo contra los agentes externos que los contaminan y degrada. Para evitar esto, se requiere la recogida inmediata y frecuente, junto con unas buenas condiciones de almacenaje.

El color de la cáscara del huevo depende de la raza de las aves. Entre las gallinas dominan los huevos blancos, amarillentos, rosados, o de tono canela más o menos claro. Otro tanto ocurre con las palomas, guineas y pavos. Por su parte, en los patos y ocas los colores verde grisáceo y azulado son bastantes frecuentes. En los faisanes los huevos presentan una tonalidad gris o rosada, según las especies de que proceden. Existen razas en las cuales los huevos están manchados, y tienen dos o más colores, como el de la codorniz. El colorido de la cáscara de los huevos se debe a la presencia de pigmentos amarillentos unas veces, y verdosos otras, los cuales no ejercen una influencia marcada sobre el valor alimenticio del huevo, pero sí en la utilización y aplicación de la cáscara mediante un Reciclaje Múltiple de reconstrucción y formulación para su uso en la producción de diversos alimentos funcionales.

En la cáscara de cualquier tipo de huevo, existen 2 membranas intersticiales o fárfaras, que sirven como capa protectora ante microorganismos, para cubrir la clara y separarla de la cáscara, y al mismo tiempo coadyuvan a la fijación de los distintos elementos que integran el huevo. Hay dos fárfaras: la externa y la interna. La fárfara externa reviste interiormente la cáscara, mientras que la interna envuelve la clara. Ambas se quedan en contacto, salvo a nivel de la cámara de aire situada al extremo ancho del huevo. Constituidas de fibras proteicas de tipo colágeno, las fárfaras son una barrera mecánica de tipo membrana filtrante que tiene mucha eficacia. Además, estas barreras poseen una acción antibacteriana como consecuencia del contenido de lisozima. Ambas fárfaras ofrecen una permeabilidad variable, a fin de permitir la respiración y la prolongación de la vida en la célula-huevo. Dicha porosidad, aunque más reducida que la de la cáscara, facilita también la penetración de los gases, líquidos y microbios que pueden atravesar todas las membranas mencionadas.

Las dos fárfaras son de naturaleza fibrosa, y se encuentran en íntimo contacto al iniciarse la vida externa del huevo, una vez puesto; pero más tarde, en la zona correspondiente al polo mayor del producto, se van separando, y el espacio comprendido entre ambas membranas constituye lo que se llama cámara de aire, cuyo volumen aumenta con los días a partir del momento de la puesta del huevo, y como consecuencia del intercambio gaseoso que se realiza entre él y el medio ambiente.

Las cáscaras de huevos siempre se han considerado indebidamente como un desperdicio ó residuo sólido procedente, entre otros, de las plantas de incubación de huevos, de las industrias que procesan los huevos para otros fines, de las fábricas de repostería, mayonesas y salsas, por mencionar algunas, y de las cuales hay que librarse. ¿Cuál es la razón para ello? Es necesario recordar que los residuos y desperdicios sólidos son aquellas sustancias o desechos que se han generado por una actividad productiva o de consumo, de los que hay que desprenderse, por no ser de utilidad para la fábrica o establecimiento que los generó. Estos residuos pueden ser inertes, tóxicos o contaminantes, debido fundamentalmente por la presencia de sustancias orgánicas degradables y contagiosas que puedan afectar tanto la salud humana como el medio ambiente.



Mediante los trabajos de investigación y desarrollo realizados en BIONAT, y después de la aplicación de procesos propietarios de Extracción, Reciclaje Múltiple, Reconcentración, Estabilización y Formulacion de las sustancias, bioelementos y principios activos que contienen las diferentes variedades de cáscaras de huevos, estos mal llamados desechos (o también denominados residuos) sólidos se convierten en materia prima principal con gran valor agregado de muchos productos, sobre todo por la gran cantidad de Calcio que posee, y que puede ser extraído y reformulado en otras producciones en beneficio del desarrollo avícola y de la salud humana. Se obtiene de esta forma una Producción Limpia, al no quedar residual alguno, y de las que se deriva, de manera escalonada, un valor agregado de doble “ECO”, o

sea, beneficios ECOLÓGICOS y beneficios ECONÓMICOS. En este caso, mediante los procedimientos tecnológicos desarrollados, hemos logrado convertir los INDEBIDAMENTE DENOMINADOS residuos, desperdicios o desechos sólidos, en una materia prima de gran importancia, de las cuales se obtienen valores agregados que se diversifican en muy novedosas producciones que contribuyen a una mejor calidad de vida y que, además, reducen sustancialmente los costos de producción en la empresa o entidad en donde aplican.

### ***Valor agregado y producción limpia.***

Mediante los estudios realizados durante más de 20 años de trabajo sostenido se ha podido comprobar las diferencias en composición y valor nutricionales que existen entre los distintos tipos de huevos. Estas diferencias también se extienden a las cáscaras de huevo de las diferentes aves ponedoras, los huevos de reptiles, así como de otras especies de la fauna marina y terrestre.



Ha sido una misión central en BIONAT la investigación de la cáscara del huevo, y los beneficios que ésta puede aportar a la salud humana, pero también al mejor desarrollo de la producción avícola. El Carbonato de calcio constituye uno de los componentes mayoritarios de la cáscara de huevo, como soporte y protección física y biológica de los embriones. La cáscara sufre una transformación biológica bajo diferentes condiciones ambientales y naturales, pero también puede incorporar otros elementos que en procesos posteriores se pueden extraer, reconcentrar, estabilizar y formular, en dependencia del producto que se quiera lograr, y que ha sido previamente sujeto de investigación, diseñado, y su eficacia comprobada. Por consiguiente, a partir de las diferentes cáscaras de huevo se pueden obtener nuevos productos, y con ello, valores agregados, entre otros, la producción de alimentos

funcionales, la fabricación de cosméticos, productos industriales, así como también formulaciones tanto preventivas como tratativas de varias enfermedades humanas y animales. En este apartado se deben mencionar las formulaciones que actúan directamente en la prevención y disminución de manifestaciones de canibalismo entre las ponedoras. En la misma cuerda, se puede citar el enriquecimiento de los piensos de inicio y engorde para la industria avícola, que pueden resultar en resultados satisfactorios para la producción de huevos, y la calidad del producto final, la viabilidad aviar, la disminución del ciclo de sacrificio de los pollos de engorde, y encima de todo ello, grandes beneficios económico en la conversión pienso/huevo y pienso/carne. En todo momento estos objetivos se logran con una producción limpia.

### ***El Calcio.***

Entre los componentes que tiene la cáscara de huevo debe citarse el Calcio en forma de carbonato, que al ser extraído, reconcentrado, bioactivado e ionizado, cumple múltiples funciones fisiológicas y metabólicas importantes en todos los organismos vivos. El Calcio es el

cación divalente más abundante en el organismo humano, del que constituye entre el 1.5 – 2.0% del peso total. Más del 99.0% del calcio del organismo se encuentra en el esqueleto. El Calcio ocupa un lugar central en los sistemas biológicos, y es responsable, junto a otros elementos, de funciones estructurales que afectan al esqueleto y a los tejidos blandos, y de funciones reguladoras como la transmisión neuromuscular de los estímulos químicos y eléctricos; la secreción celular; la coagulación de la sangre; el transporte de oxígeno; y la actividad enzimática.

Todos los seres vivos poseen poderosos mecanismos capaces de mantener constantes las concentraciones de Calcio en las células y en los líquidos extracelulares. Hay que recordar que cerca del 50.0% del Calcio corporal se encuentra ionizado y es, por lo tanto, fisiológicamente activo. De hecho, las funciones fisiológicas desarrolladas por el Calcio son tan importantes para la supervivencia que, en caso de deficiencia dietética grave o de pérdidas anormales, estos mismos mecanismos llegan a causar desmineralización ósea para prevenir estados aunque sea leves de hipocalcemia. El hueso proporciona una fuente vital y fácilmente accesible de Calcio para el mantenimiento de las concentraciones normales en el líquido extracelular.



El sistema endocrino que contribuye a mantener la homeostasis del calcio en los vertebrados es muy complejo y está sumamente integrado. El balance del Calcio implica la interrelación de las acciones de dos hormonas polipeptídicas: la paratiroidea (PTH) y la calcitonina; y de una esteroidea: el 1,25-di-hidroxi-colecalciferol: el metabolito activo de la vitamina D. La biosíntesis y la secreción de los polipéptidos hormonales están reguladas por un mecanismo de retroalimentación negativa en el que interviene el ión calcio del líquido extracelular.

El Calcio plasmático se distribuye en tres fracciones principales: el ionizado, el unido a las proteínas, y el que forma parte de complejos. La forma ionizada, la única que posee actividad biológica, constituye cerca del 50.0% del calcio total. La fracción unida a las proteínas es biológicamente inerte. Sin embargo, el calcio unido a la Albúmina sérica (que representa el 80.0% de esta fracción) y las globulinas (el 20.0% restante) proporciona una reserva de fácil acceso para este importante catión. Como la unión entre el calcio y estas proteínas obedece a la Ley de Acción de Masas, el calcio puede disociarse de sus lugares de unión con estas proteínas como primera línea de defensa frente a la hipocalcemia.

Las cantidades de calcio dietéticos necesario para mantener el equilibrio metabólico de este mineral (los ingresos dietéticos deben ser equivalentes a las cantidades perdidas en la orina y las heces fecales) dependerán en última instancia de las necesidades fisiológicas, y de la capacidad absorbente del intestino. Los ingresos insuficientes de Calcio dietético también pueden repercutir desfavorablemente sobre los diferentes sistemas de la economía. La hipocalcemia: estado bioquímico y clínico resultante de la disminución de las concentraciones séricas de Calcio, representa una falla importante del equilibrio metabólico, y la capacidad homeostática del organismo. En casos extremos, puede causar contracciones musculares involuntarias, tetania, posiblemente convulsiones, y parada cardíaca.

Bajos ingresos de Calcio dietético y/o mala utilización de aquel que se ingiere con los alimentos pueden resultar en una importante disminución de la densidad mineral ósea. De no intervenir oportunamente, este estado puede progresar hacia la osteoporosis: enfermedad distinguida por una disminución absoluta de la masa ósea, y que se convierte en un importante factor de riesgo de ocurrencia de fracturas espontáneas, especialmente las muñecas, la columna vertebral y las caderas. Se debe recordar que la osteoporosis se incrementa en su frecuencia en las mujeres post-menopausia, así como en las personas ancianas de ambos sexos.



### *Alimentos funcionales.*

Se consideran “Alimentos funcionales” aquellos que, con independencia del aporte de nutrientes, se tienen evidencias científicas que pueden modificar beneficiosamente funciones especificadas del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar. Estos alimentos funcionales, además, ejercen un papel preventivo en la aparición de muchas enfermedades crónicas no transmisibles, ya que pueden reducir los factores de riesgo de ocurrencia de las mismas.

Los estilos y hábitos dietéticos del ser humano han cambiado dramáticamente en las últimas décadas. El empobrecimiento nutricional de los alimentos que se consumen ordinariamente podría ser la cara más visible de este fenómeno: excesiva presencia de las grasas saturadas, combinada con poco (cuando no nulo) aporte de determinadas grasas insaturadas, minerales, oligoelementos, vitaminas y fibra dietética. Luego, la intervención alimentaria y nutricional en nuestros días no debe limitarse a la reducción del consumo de aquellos alimentos tenidos como nocivos o perjudiciales para nuestra salud, sino de incorporar a nuestra dieta aquellos que tengan beneficios demostrados, y con ello, ayuden a retrasar la aparición de diferentes enfermedades.

Los alimentos funcionales pueden formar parte de la dieta sana de cualquier persona, pero están especialmente indicados en aquellos grupos poblacionales con necesidades nutricionales especiales, como las embarazadas, los niños y los ancianos; estados carenciales; intolerancias alimentarias especificadas, y enfermos aquejados de trastornos cardiovasculares, gastro-intestinales, osteoporosis, y Diabetes mellitus, entre otros.

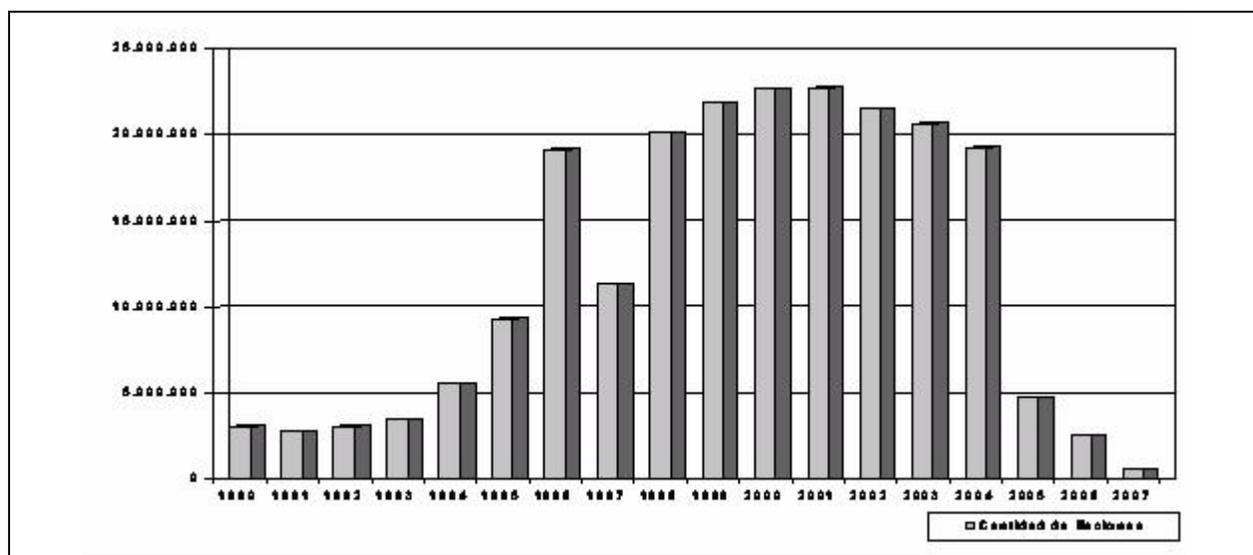
Las presentaciones, en dependencia del destino y composición, de estos alimentos funcionales pueden ser refrescos enriquecidos, caramelos, chocolates, natillas, gelatinas, galletas, panes y dulces, entre otros.

### *Resultados obtenidos en BIONAT.*

BIONAT se ha especializado en la producción de alimentos funcionales y otros productos de interés industrial, alimentario y de alto valor agregado. En el desarrollo de estas líneas se aplican métodos por vía húmeda; así como técnicas analíticas de STEM Microscopio Electrónico de Barrido y Transmisión; HPLC Cromatografía en fase líquida de alta presión; GS-MC Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrómetro de Masa; Espectrofotometría de Absorción de Infrarrojo; RMN Espectrometría por Resonancia Magnética Nuclear; Espectrofotometría de Emisión y Absorción Atómica; y Espectroscopía de Fluorescencia de Rayos X, entre otras. La utilización de toda esta tecnología analítica tiene varios objetivos, como la obtención de resultados confiables, y la demostración de la ausencia de contaminantes no deseados en los lotes terminados.

Las producciones son también objeto de control microbiológico constante, a fin de asegurar que los procesos de recolección, clasificación, extracción y estabilización de las sustancias y bioelementos de las cáscaras de huevo están libres de contaminación microbiológica de cualquier tipo. Los lotes testigos conservados en estantes no han mostrado crecimiento microbiológico alguno aún después de 10 años (y más) de procesados y estabilizados.

Figura 1. Fabricación y distribución de raciones de alimentos funcionales BIONAT.



Fuente: Registros estadísticos. Departamento de Producción. BIONAT.

Entre algunos ejemplos de estas producciones BIONAT se pueden citar los beneficios de la aplicación de las formulaciones de los piensos enriquecidos formulados por el centro en una granja avícola ubicada en el pueblo de Santa Cruz, municipio San Cristóbal, provincia de Pinar del Río, en el occidente del país (Tabla 3). Para el desarrollo de las investigaciones, y las pruebas de terreno, se utilizaron las granjas, las plantas de incubación, y la fábrica de piensos del CAN Combinado Avícola Nacional, del MINAGRI Ministerio de la Agricultura; junto con otras entidades del MINSAP y del Estado.

Tabla 3. Caso-ejemplo de una aplicación de campo de piensos de engorde.

Para esta aplicación se eligieron 25,014 pollonas Leghorn de 19 semanas de edad, que fueron ubicadas en 6 naves de la Granja "CM" en baterías (sistema simple 4 x 2). Las naves seleccionadas tenían techo galvanizado con reventilación corrida. Las pollonas recibieron pienso pre-postura desde las 15 semanas hasta alcanzar el 5.0% de puesta. A partir de ese momento las pollonas comenzaron a recibir piensos de ponedora según los siguientes tratamientos:

<u>Naves</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Número de Pollonas</u>
1,2,3,	Control	12,450
4,5,6	Experimental	12,564

Las formulaciones de las dietas se elaboraron de conjunto con, y con la aprobación del, IIA Instituto de Investigaciones Avícolas del MINAGRI. El suministro inicial del pienso al animal fue a voluntad. Posteriormente se aplicó la tabla de restricción en el tratamiento experimental, para incorporar 2.7 gramos de mineral biológico por ave. Se controlaron diariamente los huevos totales, la cantidad promedio de huevos por ave, la cantidad de huevos por ave alojada, así como los huevos rotos, cascados, y con cáscara blanda por nave. También se controlaron el consumo diario, decenal y acumulado por nave, junto con la viabilidad y selección diaria. Después de los 182 días de este experimento, se comprobó que las pollonas de las naves 4, 5 y 6 sostenían una puesta superior a las pollonas alojadas en las nave de control. Se obtuvo un incremento del 3.4% en la puesta promedio, con una mejor calidad de la cáscara del huevo, y una mayor viabilidad de las pollonas.

Otros experimentos desarrollados por BIONAT fueron las formulaciones de piensos enriquecidos con minerales biológicos el destete de terneros. Los animales de experimentación fueron destetados entre 30 – 70 días, y la leche líquida fue sustituida total o parcialmente por formulaciones minerales BIONAT. Los resultados registrados fueron significativos, y justifican nuevos esfuerzos en esta línea.

## CONCLUSIONES.

Durante casi 20 años de trabajo sostenido con las cáscaras de diferentes tipos de huevos, y el desarrollo de tecnologías propias para el procesamiento, extracción, reconcentración y estabilización de las sustancias, bioactivos y bioelementos naturales en ellas contenidos, se han obtenido formulaciones que han sido aplicadas a los piensos para diferentes tipos de animales (incluidas las aves); formulaciones para la producción de alimentos funcionales con destino al consumo humano; tecnologías propias para los procesos de desarrollo y producción; procesos de reciclaje múltiple, que permiten elaborar calcio iónico, cosméticos y productos industriales; producciones limpias, desde su recolección hasta el último residuo; reducción sustancial de los costos de elaboración, y obtención de un amplio espectro de productos con valores agregados

significativos; y el mejoramiento de la calidad de vida, la salud humana, y la protección del medio ambiente, a través de la intervención con estos alimentos funcionales.

Los productos elaborados por BIONAT han sido distribuidos en todo el territorio nacional, tanto en condiciones normales como en los casos de desastres naturales, generalmente con motivo de ciclones tropicales y sequías que han afectado al país en estos últimos 10 años. En nuestro país, se han entregado y distribuido a la población afectada estos alimentos funcionales.

Hasta el momento en que se escriben estas líneas se han producido más de 210 millones de raciones de alimentos funcionales, debidamente probadas y evaluadas sin que se haya reportado reacción adversa alguna. Estas raciones de alimentos funcionales han sido entregadas a, y consumidas por, diversas instituciones y grupos poblacionales, como hogares de ancianos; hogares maternos y de impedidos físicos y mentales; hospitales generales, psiquiátricos, pediátricos, ortopédicos, y gineco-obstétricos; institutos del tercer nivel de atención de salud; sanatorios para la atención de los pacientes con VIH/sida; escuelas primarias; círculos infantiles; y escuelas de deportes e instrucción física.

#### *Summary*

*Research carried out for almost 20 years with different egg-shells have led to significant results through the application of multiple recycling and "re-bioactivation" of these "raw materials", thus obtaining a clean production of high aggregate value in the formulations and a wide range of products, among which are biological calcium, ionic calcium and other substances extracted and re-concentrated by way of suitable technologies. Calcium, one of the principal elements of egg-shells, is the most abundant mineral of the body and is involved in almost all the metabolic functions, from muscle contractions and relaxations to heart beat regulation, as well as the transmission of nerve impulses. Ionic calcium acts directly in cell nutrition, favors the creation of new cells, participates in protein synthesis and helps control blood pressure. It is indispensable in the formation of bones, teeth, muscles and in the nervous and endocrine systems. Low calcium levels speed-up the aging process, as higher amounts of calcium imply more oxygen. Calcium also helps control acidity and alkalinity, among others. The results of these research works have been applied in the elaboration of functional foods, of which more than 210 million rations have been developed, produced, distributed and consumed, without reports of adverse reactions or secondary effects.*

*Subject headings: Aggregated value / Calcium / Ionic calcium / Bioactivated calcium / Trace minerals / Mineralization / Micronutrients / Active organic substances / Clean Production / Environment / Multiple recycling / Over-concentration / Re-bioactivation / Stabilization / Bioavailability / Functional foods / Enriched fodders.*

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

1. Pérez Plá M. Rompiendo mitos alrededor del huevo. Seminario Internacional “El huevo como aliado de la Nutrición y la Salud”. Resúmenes de las ponencias presentadas en un taller internacional celebrado en ocasión del V Congreso de Avicultura. Hemiciclo “Camilo Cienfuegos”. Centro de Convenciones Capitolio Nacional. La Habana: 2006. RCAN Rev Cub Aliment Nutr 2008;18(2 Supl 1):S1-S15.
2. El Libro del Huevo. Madrid: 2006.
3. Aburto Irigoyen A. El huevo. Seminario Internacional “El huevo como aliado de la Nutrición y la Salud”. Resúmenes de las ponencias presentadas en un taller internacional celebrado en ocasión del V Congreso de Avicultura. Hemiciclo “Camilo Cienfuegos”. Centro de Convenciones Capitolio Nacional. La Habana: 2006. RCAN Rev Cub Aliment Nutr 2008;18(2 Supl 1):S1-S15.
4. De Meester F. El huevo “Columbus”. Resúmenes del II Congreso Internacional sobre el concepto “Columbus”. Atenas: 2003.
5. De Meester F. El huevo “Columbus”. Resúmenes del III Congreso Internacional sobre el concepto “Columbus”. Bruselas: 2004.
6. De Meester F (2004). El huevo “Columbus”. Conferencias del IV. Congreso Internacional sobre el concepto “Columbus”. China: 2005.
7. Libro Blanco de los Omega 3. Instituto Omega. Madrid: 2004.
8. Ortega RM. El huevo en la alimentación. Importancia nutricional y sanitaria. Departamento de Nutrición de la Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid: 2006.
9. Ortega RM, Requejo AM. Introducción a la Nutrición Clínica. Editorial Complutense. Madrid: 2000.
10. Ortega RM. El huevo en el contexto de la dieta mediterránea. Nutrición Clínica. Madrid: 1998.
11. Ortega RM, Requejo AM. Guías en alimentación. Editorial Complutense. Madrid: 2000.
12. Ortega RM. Alimentos restringidos y favorecidos. V Congreso Internacional de Alimentación, Nutrición y Dietética. SEDCA Sociedad Española de Dietética y Ciencia de los Alimentos. Madrid: 2001.
13. Retzlaff BM, Walden CE, McNerey WB, Buck BL, McCann BS, Knoop RH. Nutritional intake of women and men on the NCEP diets. J Am Coll Nutr 1997.

14. Ensminger AH, Ensminger ME, Konlande JE, Robson JRK. The concise encyclopedia of foods & nutrition. CRC Press 1995.
15. Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. The composition of foods. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Londres: 1993.
16. Ortega RM, Requejo AM, Navia B. Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes. Departamento de Nutrición. Universidad Complutense. Madrid: 1999.
17. Navia B, Ortega RM. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes. Editorial Complutense. Madrid: 2000.
18. Ortega RM. Utilidad y riesgos del seguimiento de pautas dietéticas encaminadas a disminuir el riesgo cardiovascular. *Annales Españoles de Pediatría*. Madrid: 1999.
19. Volger BW. Alternatives in the treatment of memory loss in patients with Alzheimer's disease. *Clin Pharm* 1991.
20. Ortega RM, Quintas ME, Andrés P, Gaspar MJ, López-Sobaler AM, Navia B, Requejo AM. Ingesta de alimentos, energía y nutrientes- Repercusión en los parámetros lipídicos cuantificados en suero. *Nutrición Clínica* 1997;17.
21. Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Rosner BA, Spiegelman D, Speizer FE, Sacks FM, Hennekens CH, Willett WC. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *JAMA* 1999.
22. Applegate E. Introducción: nutritional and functional roles of eggs in the diet. *J Am Coll Nutr* 2000;19.
23. Wilz DR, Gray RW, Domínguez JH, Lemann J. Plasma 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vitamin D concentrations and net intestinal calcium, phosphate and magnesium absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 1979;32.
24. Krejs GJ, Nicar MJ, Zewekh G y cols. Effect of 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> on calcium and magnesium absorption in the healthy human jejunum and ileum. *Am J Med* 1983;75.
25. Shils ME. Calcium and magnesium deficiency and parathyroid hormone interrelation. En: *Trace elements in human health and disease*. Vol 2. Academic Press. New York: 1976.
26. Yamamoto T, Kabata H, Yagi R, Takashima, Itokawa Y (1985). Primary hypomagnesemia with secondary hypocalcemia. *Magnesium*, Tokio.
27. Exton JH. Mechanisms involved in calcium-mobilizing agonist responses. *Advances in cyclic nucleotide and protein phosphorylation research*. Raven Press. New York: 1986.

28. Arnaud CD. Calcium homeostasis: regulatory elements and their integration. Fed Proc 1978.
29. Arnaud CD. Mineral and bone homeostasis. Cecil's Textbook of Medicine. 18va Edición. WB Saunders Company. Philadelphia: 1988.
30. Aurbach GD, Marx SJ, Spiegel AM. Parathyroid hormone, calcitonin and the calciferols. Williams's Textbook of Endocrinology. 7ma Edición. WB Saunders Company. Philadelphia: 1985.
31. Neer RM. Calcium and inorganic phosphate homeostasis. Williams's Textbook of Endocrinology. 8va Edición. WB Saunders Company. Philadelphia: 1989.
32. Bringhurst FR. Calcium and phosphate distribution, turn-over and metabolic actions. Williams's Textbook of Endocrinology. 8va Edición. WB Saunders Company. Philadelphia: 1989.
33. Krane SM, Schiller AL. Metabolic bone disease; introducción and classification. Williams's Textbook of Endocrinology. 8va Edición. WB Saunders Company. Philadelphia: 1989.
34. Melton JL, Riggs BL. Epidemiology of age-related fractures. The Osteoporotic Fracture Syndrome. Grune & Stratton. New York: 1983.
35. Mangaroo J, Glasser JH, Roht LH, Kapadia AS. Prevalence of bone demineralization. Bone. New York: 1985.
36. Riggs BL, Melton JL. Involutional osteoporosis. N Engl J Med 1986.
37. Marcus R. The relationship of dietary calcium to the maintenance of skeletal integrity in man. Metabolism 1982;31.
38. Heany RP. Calcium, bone health and osteoporosis. Bone and Mineral Research. Elsevier. New York: 1986.
39. Nordin BEC, Horsman, Marshall DH, Simpson M, Waterhouse GM. Calcium requirements and calcium therapy. Clin Orthop 1979.
40. Heany RP, Recker RR, Saville PD. Calcium balance and calcium requirements in middle-aged women. Am J Clin Nutr 1977.
41. Heany RP. The role of calcium in osteoporosis. J Nutr Sci Vitaminol 1985.
42. Bullamore JR, Wilkinson R, Gallaher JC, Nordin BEC, Marshall DH. Effect of age on calcium absorption. Lancet 1970.

43. Ireland P, Fordtran JS. Effect of dietary calcium and age on jejunal calcium absorption in humans studied by intestinal perfusion. *J Clin Invest* 1973.
44. Nordin BEC, Marshall DH, Williams R, Gallagher JC, Williams A, Peacock L. Calcium absorption in the elderly. *Calcif Tissue Res* 1975.
45. Arnaud CD, Gallagher JC, Jerpbak CM, Riggs BL. On the role of parathyroid hormone in the osteoporosis of aging. *Osteoporosis* 1980.
46. Vintner-Paulsen N. Calcium and phosphorus intake in senile osteoporosis. *Geriatrics* 1953.
47. Riggs BL, Kelley PJ, Kinney VR, Scholz DA, Bianco AJ. Calcium deficiency and osteoporosis. *J. Bone Joint Surg* 1967.
48. Recker RR, Heaney RP. The effect of milk supplements on calcium metabolism, bone metabolism, and calcium balance. *Am J Clin Nutr* 1985;42.
49. Health H, Callaway CW. Calcium tablets for hypertension? *Ann Intern Med* 1985;103.
50. Knapp EL. Factors influencing the urinary excretion of calcium. *J Clin Invest* 1947;26.
51. Ivanovich P, Fellows H, Rich C. The absorption of calcium carbonate. *Ann Intern Med* 1967;66.
52. Spencer H, Kramer L, Osis D, Norris C: Effect of phosphorus on the absorption of calcium and the calcium balance in man. *J Nutr* 1978;108.
53. Anand JJB, Linkswiller W. Effect of protein intake on calcium balance of young men given 500 mg calcium daily. *J Nutr* 1977;104.
54. McCance RA, Widdowson EM. Mineral metabolism of healthy adults on white and brown bread dietaries. *J Physiol* 1942;101.
55. Ortega RM, Encinass A. *Manual de Nutrición en Atención Primaria*. Editorial Complutense. Madrid: 2000.
56. García C, Aldala C. Composición lipídica de huevos de gallinas alimentadas con productos grasos y proteicos marinos. *ALAN Arch Latinoam Nutr* 1998.
57. McNamara DJ, Kolb R, Parker TS, Batwin H, Samuel P, Brown CD, Ahrens EH Jr. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. Response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity. *J Clin Invest* 1987.
58. Zeisel SH. *Modern nutrition in health and disease*. Lea & Feibinger. Philadelphia: 1994.

59. Zlotkin SH. A review of the Canadian: Nutrition recommendation update: Dietary fat and children. *J Nutr* 1996;126.
60. Grahan H. *Food colloids*. Avi Publishing Company. New York: 1977.
61. Livnah O, Bayer EA, Wilchek M, Sussman JL. *Proteins of egg white*. Department of Structural Biology. Weizmann Institute of Science. Rehovot: 1989.
62. Thapon JL. *Inhibición de la Salmonella enteritidis en huevos comerciales*. INSFA Instituto Nacional de Formación Agroalimentaria. París: 2003.
63. Battad CGS. *Isolation and identification of Salmonella from giblets and eggs of chickens (Gallus gallus domesticus Linn.)*. Universidad of Phillippines. Los Baños College. Laguna: 2001.
64. Tamba M, Massi P, Tosi G, Marzadori F, Paganelli G (2000). *A surveillance programme for Salmonella infection in Poultry*. Selezione-Veterinaria, Italia.
65. Koidis R, Bori M, Varelzsis K. *Wirksamkeit der Ozonbehandlung zur Eliminierung von Salmonella enteritis auf der oberflaeche von Eierschalen*. Archiv fuer Lebensmittelhygiene. Berlin: 2000.
66. Flores ML, Nascimento VP, Kader TA, Santos LR, Pontes AP, Salle CTP, Lopes RFF. *DNA extraction methods for Salmonella detection in chicken eggs, inshell and outshell by polimerase chain reaction*. Ciencia Rural. Río de Janeiro: 2001.
67. Bau AC, Carvalhal JB, Aleixo JAG. *Prevalencia de Salmonella em produtos de frangos e ovos de glinha comercializados em Pelotas, RS, Brazil*. Ciencia Rural. Río de Janeiro: 2001.
68. Cardamone C, Russo A, Di-Noto AM. *Isolamento di Salmonella spp. In allevamento di galline ovaiole*. Industri Alimentari. Roma: 2000.
69. Krogh KA, Offenbergh J, Otte P, Pedersen HS, Soerensen N. *The Salmonella problems in Denmark*. Aarhus: 1996.
70. Akachi S, Mabe K, Nagato Y, Aoi N, Kim M. *Inhibitory effect of guar-bean-enzyme-hydrolysates on the colonization of Salmonella enteritidis in hens*. Journal of the Japanese Society of Poultry Diseases. Tokyo: 1998.
71. Shinagawa K. *Contamination of Salmonella enteritidis in hen eggs and egg products and its control*. Journal of the Japanese Society of Poultry Diseases. Tokyo: 1999.
72. Odagiri K, Yamada T, Miyamura N, Morino Y, Abe K, Ohnishi Y, Takeuchi S. *A survey of Salmonella contamination in layer hens at poultry proccesing plants*. Journal of the Japanese Society of Poultry Diseases. Tokyo: 1999.

73. Boer E, Wit B. Salmonella in eggs. Inspectie Gezondheidsbescherming, Waren en Veterinaire Zaken, Reio Oost, Zutphen (Netherlands). Amsterdam: 2000.
74. Badr JM. Salmonella infection in poultry. Cairo Universitaet. Faculty of Veterinary Medicine. El Cairo: 1997.
75. Ghazi A. Use of polymerase chain reaction procedure for the rapid detection of Salmonella in eggs. Mansoura University. Journal of Agricultural Sciences. El Cairo: 1999.
76. Rindi S, Nuvoloni R, Pedrini A, Ebani VV, Pedonese F. Presenza di Salmonella sp. in ouva destinate al consumo diretto. Annali della Facolta di Medicina Veterinaria di Pisa. Pisa: 1997.
77. Jang KI, Kim KY, Park JH. Studies on sallmonella enteritidis contamination in chicken egg using confocal scanning laser microscopy. Korean Journal of Food Science and Technology. Seoul: 1999.

DEL AUTOR:



**Jesús Valdés Figueroa.** Director de BIONAT Centro de Investigaciones de Bioelementos Naturales, del MINSAP Ministerio de Salud Pública. Graduado de Licenciatura Química en 1970, y Doctor en Ciencias Naturales desde 1985, ambos títulos expedidos por universidades alemanas. Investigador titular de la Academia de Ciencias de Cuba desde 1985. Acumula más de 37 años de experiencia profesional en la esfera científica. Ha participado y dirigido más de 110 investigaciones. Ha escrito 39 publicaciones y 2 libros sobre Síntesis orgánica. Es, y ha sido, Presidente de diferentes Consejos Científicos. Miembro de Honor de la Asociación Internacional de Productores de Alimentos Funcionales, radicada en Bruselas (Bélgica).