

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EFECTO DE TRES NIVELES DE MANANOLIGOSACARIDOS EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ JAPONESA (*Coturnix coturnix
japónica* L.) EN LA ETAPA FINAL DE POSTURA”**

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

ROSA IRIS VILLANUEVA CÁCEDA

Lima - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION

**“EFECTO DE TRES NIVELES DE MANANOLIGOSACARIDOS EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ JAPONESA (*Coturnix coturnix*
japónica L.) EN LA ETAPA FINAL DE POSTURA”**

Trabajo monográfico para optar el título de
INGENIERO ZOOTECNISTA
ROSA IRIS VILLANUEVA CÁCEDA

ASESORADA POR
Ing. Victor Vergara Rubín

Sustentada y Aprobada Ante el siguiente Jurado:

Dra. Maria Elena Villanueva Espinoza

Presidente

Ing. Victor Vergara Rubín

Asesor

Ing. Carmen Alvarez Sacio

Miembro

Dr.MV Segundo Gamarra Carrillo

Miembro

*A la luz de mis ojos, mi pequeña hija Arantxa, eres mi motor de vida,
A mi compañero de vida, mi amado esposo Marcio,
A Toto, mi papá, por el esfuerzo realizado para hacerme la profesional que soy.*

AGRADECIMIENTOS

1. A toda la plana docente de la facultad de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme los lineamientos y brindarme una formación profesional de alto nivel de desempeño.
2. Al departamento de Nutrición y al Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la UNALM, y todo el personal a su cargo por todas las facilidades brindadas para desarrollar la parte experimental del presente trabajo.
3. Todo el personal de la Biblioteca Agraria Nacional de la UNALM, su apoyo, asesoramiento y gentil trato durante toda mi vida universitaria y durante la elaboración del presente trabajo.
4. Al Ing. Victor Vergara Rubin, por el asesoramiento y el apoyo brindado para realizar el presente trabajo.
5. A la Ing. Carmen Alvarez Sacio por el asesoramiento durante la redacción del presente trabajo.
6. A la Sra. Marta Gonzales por el apoyo constante durante la culminación de la presente trabajo. Siempre alentándome a cerrar etapas.
7. A Marcio Del Valle, mi esposo, mi amigo, mi confidente, quien me acompañó durante toda la etapa Pre universitaria, Universitaria y Profesional. Gracias por la infinita paciencia y alentarme a lograr nuestros objetivos.

RESUMEN

La industria avícola se encuentra en la búsqueda de nuevas opciones o derivados de alimentos que mejoren el comportamiento productivo del ave, en ese sentido se descubrió los mananosoligosacáridos como un prebiótico cuyas bondades se reflejan directamente en las células del tracto gastro intestinal mejorando en muchas formas los índices productivos de las aves, como se podrán observar en el presente trabajo de investigación cuya finalidad fue evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de mananoligosacáridos (MOS) (0.1%, 0.2% y 0.3%), en forma de harina en dietas de postura, sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa en la etapa final de postura, para lo cual se utilizaron 192 codornices hembras de la especie *coturnix coturnix japonica* L. de 10 meses de producción, distribuidas en 16 jaulas con una densidad de 16 animales por jaula. El agua y el alimento se proporcionaron *ad libitum*. El experimento se llevó a cabo en el Módulo de Investigación y Proyección social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad nacional Agraria La Molina durante 8 semanas de evaluación. El modelo estadístico aplicado fue el diseño completamente al azar (DCA), así como el respectivo análisis de variancia y la prueba de Duncan.

Los niveles de mananoligosacáridos no afectaron en forma significativa ($P < 0.05$) la producción de huevos, porcentaje de postura, masa de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, número de huevos comerciales y mortalidad de la codorniz japónica en la etapa de postura; aunque sí se observaron diferencias numéricas en estos parámetros a un nivel de 0.2% MOS; esto puede deberse a la edad con la que contaban las aves al momento del experimento, además de encontrarse con un nivel bajo de producción. Por otro lado a un nivel de 0.2% de adición de MOS en estas dietas determinó una mejora estadísticamente significativa sobre el peso vivo del ave al final del experimento, debido a que los mananoligosacáridos son considerados promotores de crecimiento al optimizar la estructura de la mucosa intestinal (velocidades y criptas), mejorando de esta manera la absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal, lo cual se expresa a través de una mejor salud y desempeño del ave; asimismo, se observó cuantitativamente una mejor retribución económica a este mismo nivel de MOS en el alimento, por lo cual se recomienda el uso de MOS al nivel de 0.2% en las dietas de codornices de postura.

Finalmente, se recomienda también realizar diversos estudios durante toda la etapa de postura de codornices japónicas con diferentes niveles de adición de MOS en las dietas, para demostrar

otras bondades de los MOS sobre los parámetros productivos de las codornices; dado que con los resultados obtenidos en el presente estudio experimental se demuestra que este producto es un optimizador de peso vivo, además de mejorar la condición sanitaria del ave y calidad de huevo.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 PREBIÓTICOS.....	3
2.1.1 DEFINICIÓN	3
2.1.2 CLASIFICACIÓN.....	4
2.2 MANANOLIGOSACÁRIDOS	4
2.2.1 DEFINICIÓN	4
2.2.2 CARACTERÍSTICAS	5
2.2.3 MECANISMO DE ACCIÓN.....	11
2.2.4 FUNCIONES.....	12
2.2.5 USO DE LOS MANANOLIGOSACARIDOS EN AVÍCULTURA	15
2.3 LA CODORNIZ.....	17
2.3.1 GENERALIDADES.....	17
2.3.2 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS	18
2.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO DE CODORNIZ.....	22
2.3.4 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN.....	24
2.3.5 SANIDAD	26
III. MATERIALES Y METODOS	29
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	29
3.2 INSTALACIONES	29
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS	30
3.4 ANIMALES EXPERIMENTALES.....	30
3.5 PRODUCTO DE EVALUACIÓN	31
3.6 TRATAMIENTOS.....	31
3.7 DIETAS EXPERIMENTALES.....	32
3.8 PARÁMETROS EVALUADOS	32

3.8.1 NÚMERO DE HUEVOS Y PORCENTAJE DE POSTURA	32
3.8.2 MASA TOTAL DE HUEVO.....	35
3.8.3 PESO PROMEDIO DE HUEVO	35
3.8.4 NÚMERO DE HUEVOS COMERCIALES.....	35
3.8.5 CONSUMO DE ALIMENTO.....	35
3.8.6 CONVERSIÓN ALIMENTARIA	36
3.8.7 PESO VIVO	36
3.8.8 MORTALIDAD	37
3.8.9 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO	37
3.9 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	37
3.9.1 MANEJO DEL ALIMENTO.....	37
3.9.2 MANEJO DE LOS ANIMALES.....	38
3.9.3 CONTROL SANITARIO	38
3.10 ANÁLISIS PROXIMAL	39
3.11 DISEÑO ESTADÍSTICO.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1 PRODUCCIÓN DE HUEVOS Y PORCENTAJE DE POSTURA.....	40
4.2 PESO PROMEDIO Y MASA TOTAL DE HUEVO.....	43
4.3 NUMERO DE HUEVOS COMERCIALES	43
4.4 CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTARIA.....	44
4.5 PESO VIVO FINAL.....	45
4.6 MORTALIDAD	46
4.7 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA.....	47
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. BIBLIOGRAFIA	52
VIII. ANEXOS	62

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Contenido mineral y vitamínico de la levadura. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8
CUADRO N° 2 Aporte nutricional estimado de los Mananoligosacáridos	9
CUADRO N° 3 Resumen de investigaciones realizadas en los parámetros productivos de la codorniz japónica	20
CUADRO N° 4 Requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en la etapa de postura. .	28
CUADRO N° 5 Composición porcentual Calculado y valor nutritivo de la dieta basal	33
CUADRO N° 6 Composición de la premezcla de vitaminas y minerales por Kg de alimento empleado en las dietas experimentales	34
CUADRO N° 7 Efecto de los diferentes niveles de MOS sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa.....	42
CUADRO N° 8 Retribución económica del alimento comportamiento productivo de la codorniz japonesa	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Estructura y productos de la célula de levadura	7
FIGURA N° 2 Mecanismo de acción de los mananligosacáridos	12
FIGURA N° 3 Efecto de los MOS sobre el peso vivo (g).....	46

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I Aporte nutricional y precios de los insumos utilizados en las dietas experimentales.....	63
ANEXO II Efecto de los MOS sobre la producción de huevos de codorniz (Und).....	64
ANEXO III: Efecto de los MOS sobre la producción de huevos de codorniz (Und/ave/día).....	65
ANEXO III: Efecto de los MOS sobre el porcentaje de postura (%).....	66
ANEXO IV : Efecto de los MOS sobre la masa total de huevos (g).....	67
ANEXO V : Efecto de los MOS sobre peso promedio de huevo de codorniz (g).....	68
ANEXO VI : Efecto de los MOS sobre la masa de huevos (g/ave/día).....	69
ANEXO VI : Efecto de los MOS sobre el consumo total (g/semana).....	70
ANEXO VII : Efecto de los MOS sobre el consumo de alimento diario por ave (g/ave/día).....	71
ANEXO VIII : Efecto de los MOS sobre la conversión alimenticia.....	72
ANEXO IX : Efecto de los MOS sobre el número de huevos comerciales (Und.).....	73
ANEXO X : Efecto de los MOS sobre el peso vivo (g).....	74
ANEXO XI: Efecto de los MOS sobre la mortalidad (%).....	75
ANEXO XII : Principales causas de mortalidad durante la fase experimental.....	76
ANEXO XIII : Análisis de variancia de los parámetros evaluados en base a sus acumulados...77	
ANEXO XIV : Anva semanal de los parámetros evaluados.....	79
ANEXO XV: Prueba estadística Duncan semanal a los parámetros evaluados.....	83

I. INTRODUCCIÓN

Debido a las bondades nutricionales de los huevos de codorniz, se ha incrementado el interés por la crianza de esta ave, además de sus características de rusticidad, precocidad y altos rendimientos productivos. Sin embargo estas ventajas no son suficientes, debido a que la codorniz también es susceptible a varias enfermedades que pueden deprimir su habilidad productora y con ello traer consigo pérdidas económicas. Por esta razón, los esfuerzos realizados por investigadores para obtener un producto que controle estos agentes infecciosos y mejore la productividad en la avicultura, han traído consigo la interrelación entre nutrición e inmunología, la cual radica en la presencia de algunos oligosacáridos como la manosa, carbohidrato proveniente de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que tiene la propiedad de alterar la composición de la población microbiana influyendo en los procesos metabólicos y bioquímicos del tracto digestivo. De este modo a través de métodos biotecnológicos, utilizando las paredes celulares de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, se obtienen los mananoligosacáridos, carbohidratos complejos considerados prebióticos en la alimentación animal por su efecto sobre la microflora intestinal animal.

En monogástricos los principales efectos de la suplementación con levaduras y sus derivados (mananos) son la estimulación de las disacaridasas de las microvellosidades, el efecto antiadhesivo frente a patógenos, la estimulación de la inmunidad no específica, la inhibición de la acción tóxica y el efecto antagonista frente a microorganismos patógenos.

En ese sentido, los mananoligosacáridos (MOS), derivado de las levadura, son usados para suplementar dietas para la ganadería, avicultura, porcicultura y acuicultura, actuando como bactericida o bacteriostático al disminuir la población de patógenos y aumentar la respuesta inmunológica por vía nutricional, además de actuar como promotor de crecimiento natural mejorando la población microbiana intestinal y la estructura del mismo, logrando la eficiencia alimentaria esperada, optimizando de los parámetros productivos del animal, como la producción de carne (aumento del contenido de proteína muscular), producción de huevos y calidad del cascarón entre otros. Sin embargo estos resultados no se han evaluado al final de la fase de producción, donde los niveles de producción son bajos.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con tres niveles de mananligosacáridos (0.1, 0.2 y 0.3%) sobre el comportamiento productivo de la codorniz *Coturnix coturnix japónica* L. en la fase final de postura, a través de los siguientes parámetros productivos como producción de huevos, masa de huevos, peso promedio de huevos y el número de huevos comercializables, además del consumo de alimento, conversión alimenticia, peso vivo final, mortalidad y retribución económica del alimento.

II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 PREBIÓTICOS

2.1.1 DEFINICIÓN

El término prebiótico fue introducido por primera vez por Gibson y Roberfroid en 1995; definiendo prebiótico como un ingrediente no digestible del alimento que afectan benéficamente al hospedero estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o un número limitado de especies bacterianas benéficas o no patógenos (Schrezenmeir *et al.*, 2004) ya existentes en el intestino a través de la secreción de ácidos grasos volátiles y competencia tanto por nutrientes como por sitios de adhesión ya que incrementa el área superficial de absorción de la mucosa intestinal (Gibson y Roberfroid, 1995 citado por Flickinger, 2003 y Koopman *et al.*, 1999 citado por Gambini, 2003).

Los prebióticos son nutrientes que la bacteria usa como fuente de combustible, estos incluyen fibra dietética y carbohidratos que resisten la absorción al no ser completamente degradados por enzimas digestivas, alcanzando el ileon donde son fermentados por la flora intestinal (Schaatsma, 2003 y Wahlquist, 2002), de igual manera contiene oligosacáridos que estimulan el crecimiento de bifidobacterias, lactobacilus y eubacterias (bacterias benéficas) por lo cual son conocidos como “factores bifidogénicos” (Gibson y Roberfroid, 1995 citado por Flickinger y Fahey, 2002).

Sin lugar a dudas la concentración de bifidobacterias ha sido asociada con la reducida susceptibilidad de patógenos entéricos y la baja incidencia de enfermedades gastrointestinales. Por otro lado, incrementa la absorción mineral incluyendo calcio, hierro, teniendo un impacto favorable sobre el metabolismo de nutrientes, mejorando la tolerancia a glucosa y reduciendo la concentración de amonio plasmático y lípidos tanto en humanos como en animales (Homme, 1988; Ohta *et al.*, 1995 y Yamashita *et al.*, 1984 citados por Flickinger y Fahey, 2002).

2.1.2 CLASIFICACIÓN

Según Wahlquist (2002) para que un compuesto sea clasificado como un prebiótico debe satisfacer los siguientes criterios:

- J No debe ser hidrolizado ni absorbido en el tracto gastrointestinal superior.
- J Ser un sustrato para crecimiento o actividad de uno o un limitado número de colonias de bacterias benéficas.
- J Ser capaz de alterar la microflora hacia una composición benéfica.
- J Inducir el lumen o los efectos sistémicos los cuales son benéficos para la salud del hospedero.

Por consiguiente los oligosacáridos clasificados como prebióticos son: fructooligosacárido (FOS), inulina, isomaltoligosacárido, lactilol, lactosucrosa, lactulosa, piro-dextrinas, soya oligosacárida, transgalactoligosacárido (TOS) y xyloligosacárido (Mitsuoka, 2001 citado por Amarowicz *et al.*, 2004). Sin embargo Flickinger y Fahey (2002) incluyen además a los mananoligosacáridos, oligofruktosa, glucoligosacáridos y galactoligosacáridos.

2.2 MANANOLIGOSACÁRIDOS

2.2.1. DEFINICIÓN

Etimológicamente el término “oligosacárido” proviene de las voces griegas *oligos* que significa pocos y *saccharum* que se refiere al azúcar utilizado para designar a todos los azúcares que no son monosacáridos como el “manano” (McDonald, 1995) la cual es una molécula con alto peso molecular constituida por una cadena principal de manosa, unida por enlaces β 1-6 sobre las cuales se unen cadenas laterales unidos por enlaces β 1-2 o 1-3 y algunas cadenas están ramificadas para la intermediación de un grupo fosfato (Leveau y Bouix, 2000).

El oligosacárido más importante es el manano al poseer poder secuestrante al eliminar micotoxinas (Lyons, 1997). Los mananos según su localización pueden

clasificarse en tres grupos; componentes de las paredes, antígenos de superficie y enzimas localizadas en el interior o exterior de las células (Ballou, 1976 citado por Leveau y Bouix, 2000).

Parekh (1993) citado por Devegowda *et. al*, 1997, identifica tres oligosacáridos mayores que mejoran la producción animal: mananoligosacárido, fructooligosacárido y galactooligosacárido.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS

El uso de los Mananoligosacáridos se remonta al descubrimiento de las bondades de las cepas de la levadura *Sacharomyces cerevisiae* sobre el sistema inmunológico animal (Lyons, 1994) gracias a los componentes de su pared celular como los glucanos (27%), mananos (21%), glucógeno (12%) y trealosa (α -D glucopiranosida (33%), detallados en el Figura N° 01 (Pettigrew 2001 citado por Lyons, 2001).

Se puede observar en el Cuadro N° 01 que las levaduras son fuentes ricas en vitaminas hidrosolubles (complejo B), proteínas (55%), carbohidratos (40%) y lípidos (2%) los cuales mejoran la digestibilidad y disponibilidad de nutrientes en un 87% (Lyons, 1994), por otra parte éstas no poseen vitaminas como A, D, E, C y K (Markmann, 2000) más bien contienen ácido para-aminobenzoico, factor esencial para el crecimiento de muchas bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal y la producción de ácido glutámico que mejora la palatabilidad (Lyons, 1986 citado por Pichilingue, 1994). Además la levadura *Sacharomyces cerevisiae* contiene una amplia gama de minerales, que cumplen biofunciones como antioxidante natural; esteroides, lecitina y ácidos insaturados (oleico, linoleico) que controlan el colesterol disminuyendo el LDL (Markmann, 2000).

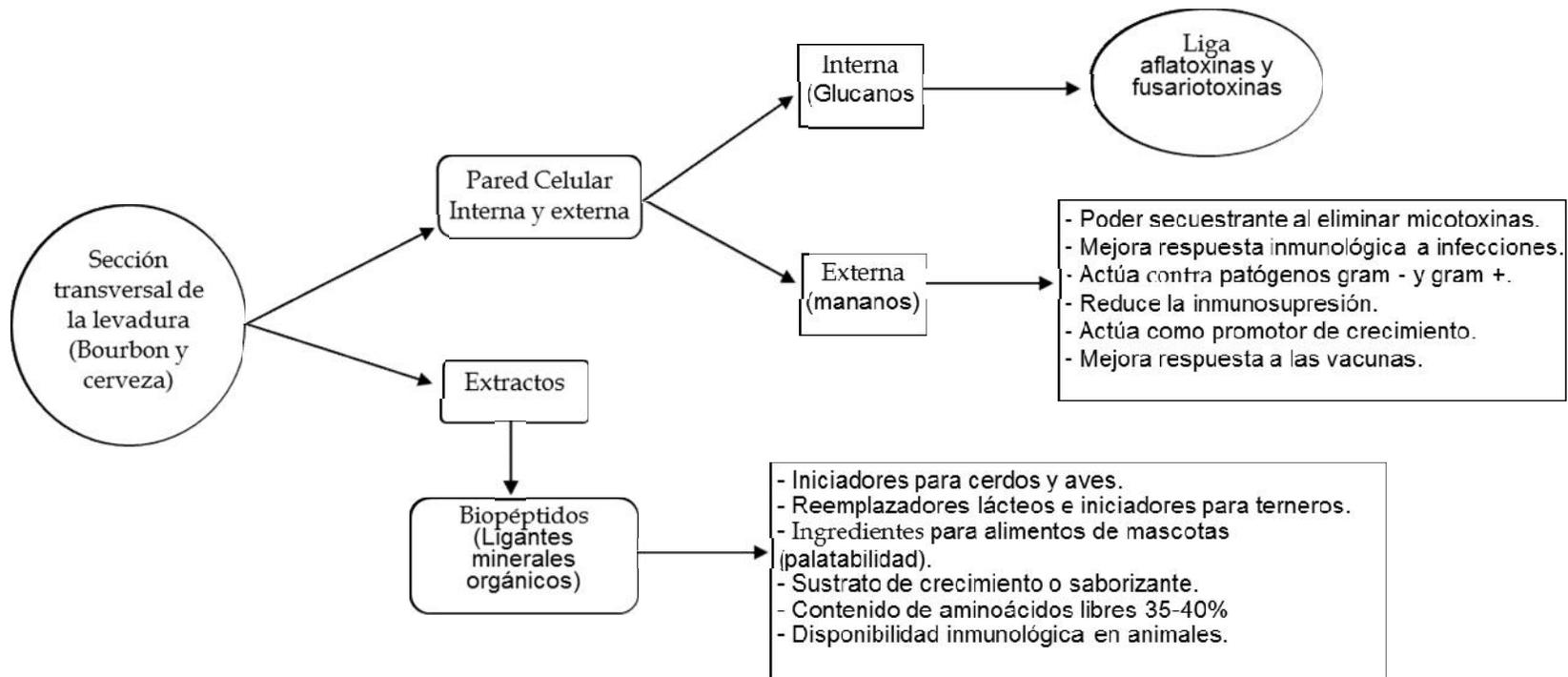
De igual manera, el aporte nutricional de los mananoligosacáridos se puede observar en el Cuadro N° 02, mencionando además que estos contienen mananos fosforilados, glucanos y algunas mananoproteínas (Spring, 2002); llamándose por tal razón mananoligosacárido fosforilado (MOS) definido como un prebiótico obtenido biotecnológicamente, resultando un complejo glucomanoproteico derivado de la

pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* cuando se cultiva sobre azúcares complejos (Killen, 1994, Stanley *et. al.*, 1995 y Wang y Qui, 2001).

Posteriormente, basado en los buenos resultados obtenidos con el uso de levaduras en la alimentación animal, al incrementar la respuesta inmunológica y mejorar los parámetros productivos del animal tales como consumo y eficiencia alimenticia, los investigadores, desarrollaron biotecnológicamente un derivado de la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, optimizando el efecto de los mananos contenidos en esta, obteniendo de este modo los mananoligosacáridos (Pichilingue, 1994).

La absorción de nutrientes se concentra en el intestino delgado, sin embargo los mananoligosacáridos no son hidrolizados durante la digestión porque el complejo de enzimas del intestino no contiene las enzimas correctas para romper sus uniones, realizándose ésta en la parte posterior del intestino, lo cual explica por qué estos polímeros son más eficaces alterando la composición de la microflora del intestino a una menor tasa de inclusión que los azúcares simples (Kiither, 1991 citado por Spring, 1995).

FIGURA N° 1 Estructura y productos de la célula de levadura



Fuente: Pettigrew 2001 citado por Lyons, 2001.

CUADRO N° 1 Contenido mineral y vitamínico de la levadura. *Saccharomyces cerevisiae*

COMPONENTE	UNIDAD	CONTENIDO
Calcio	mg/gr	0.75
Hierro	mg/gr	0.04
Magnesio	mg/gr	1.65
Potasio	mg/gr	19
sodio	mg/gr	0.98
Fósforo	mg/gr	13.5
Sulfuro	mg/gr	9.9
Zinc	mg/gr	0.17
Cobre	ppm	8
Selenio	ppm	0.1
Manganeso	ppm	8
Cromo	ppm	2.2
Estaño	ppm	3
Niquel	ppm	3
Vanadio	ppm	0.04
Molibdeno	ppm	0.4
Tiamina	ug/gr	50-360
Riboflavina	ug/gr	36-42
Niacina	ug/gr	320-1000
Piridozina	ug/gr	25-100
Ac. Fólico	ug/gr	15-80
Pantotenato	ug/gr	100
Biotina	ug/gr	0.5-1.5
Ac. Paraminobenzoico	ug/gr	9-102
Colina	ug/gr	0
Inositol	ug/gr	2700-5000

Fuente: Reed y Peppler, 1973, citado por Gárate, 1981.

CUADRO N° 2 Aporte nutricional estimado de los Mananoligosacáridos

NUTRIENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Materia seca	%	99
Proteína cruda	%	31.1
ENL	Mcal/Lb	0.85
ENm	Mcal/Lb	0.88
ENg	Mcal/Lb	0.59
Energía digestible	Mcal/Lb	1.62
Energía Metabolizable	Mcal/Lb	1.46
Grasa	%	4.04
Fibra detergente ácida	%	9.36
Ceniza	%	6.25
NDT	%	81.20
Sulfuro	%	0.36
Fósforo	%	1.02
Potasio	%	0.97
Magnesio	%	0.20
Calcio	%	0.35
Sodio	%	0.09
Hierro	ppm	160
Manganeso	ppm	44
Cobre	ppm	57
Zinc	ppm	167
Glucomanoproteína	%	28

Fuente: Kessler and Nickerson (1959) citado por Sefton (2000).

Los mananolígosacáridos influyen en el sistema inmunológico estimulando la secreción de ligandos manosa que ligan a la cápsula invasora de las bacterias y su sistema de fijación (Blattberg ,1956 citado por Spring, 2002) debido a que cada cepa de levadura tiene su propio manano (diferenciándose en las cadenas laterales inmunodominantes) permite actuar al MOS como inmunomodulador (Lyons, 1994).

Los mananos disminuyen la colonización de varias bacterias cuyas fimbrias tipo I, común en numerosas especies de *Escherichia coli* y *Salmonella* (Spring *et al.*, 2002) se adhieren a azúcares de manosa o cadenas de manano (Lyons, 1994), ejerciendo la función de receptor en la superficie de las células y en la pared intestinal interactuando con proteínas específicas de la superficie de las células bacterianas llamadas lectinas (Dawson, 1994), que son proteínas no producidas por el sistema inmune, que se adhieren a carbohidratos (glicoproteínas, polisacáridos glicosaminoglicanos y glicolípidos) encontrados en el exterior de células asociadas con las adhesinas fimbriales de las bacterias cuya especificidad por estructuras complicadas y sencillas, permite fraccionarlas y analizar mezclas complejas de oligosacáridos (Spring, 2002).

Por otro lado las lectinas, según Killen (1994), al ser componentes de las bacterias contribuyen en el desencadenamiento de enfermedades entéricas y urinarias, por permitir la adherencia de la bacteria a las células epiteliales de estos sitios.

Para Connolly (2001) las características más saltantes del MOS son la capacidad para mejorar la tasa de ganancia de peso vivo, conversión alimenticia, estado sanitario (inmunidad y función intestinal modificada) y disminución de pérdidas por enfermedades, al reducir la infección por patógenos; asimismo es estable en las premezclas, no siendo afectado por ácidos/formaldehidos ni por los promotores de crecimiento antimicrobianos. Asimismo los MOS presentan estabilidad al calor, resistiendo una exposición de hasta 121 °C x 2 minutos (Spring, 2002) así como a los procesos de peletización y extrusión (Newman, 1995 citado por Shane, 2001).

2.2.3. MECANISMO DE ACCIÓN

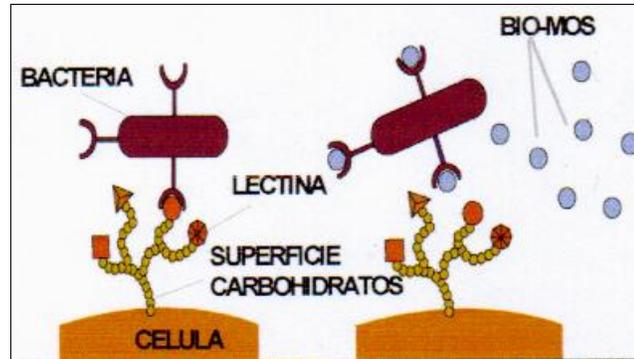
Los patógenos intestinales poseen lectinas en su superficie que se adhieren a través de las fimbrias tipo I a los azúcares manosa sobre la superficie epitelial del intestino (Dawson, 1994 y Killen, 1994) permitiendo a los patógenos colonizar las vellosidades y la superficie interna del tracto gastrointestinal, destruyendo o atrofiando las vellosidades, resultando una superficie de vellosidades disparejas e irregulares (Ferket, 2000). Dado que la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas, en la estructura de la pared intestinal están asociadas con la adsorción de nutrientes (Ferket, 2001, citado por Spring, 2002), el efecto negativo sobre las vellosidades determina entonces, una reducción sobre la adsorción de nutrientes al limitar la eficiencia de los procesos digestivos como resultado de la falta de uniformidad en la superficie intestinal (Loddi, 2002 citado por Spring, 2002).

De tal manera los mananoligosacáridos ingeridos pasan intactos a través del flujo enzimático propio del tracto digestivo, atrayendo patógenos a los azúcares manosa de su superficie en vez de la superficie de las vellosidades, ya que los mananos actúan como receptores análogos para las fimbrias tipo I, reduciendo el número de sitios de unión disponibles para patógenos (Lyons, 2001 y Oyoyo *et al.*, 1989, citado por Gambini, 2003), es decir, la manosa de los MOS bloquea competitivamente la adhesión de las lectinas específicas de la manosa a la superficie bacteriana (Killen, 1994). Finalmente en Figura N° 02, éstos patógenos son excretados junto con el contenido intestinal (Lyons, 2001).

Asimismo entre las vellosidades hay áreas conocidas como placas de peyer (nódulos linfáticos) que contienen células M, quienes detectan células extrañas y preparan el sistema inmunológico para combatirlos (Killen, 1994). Los MOS mejoran la acción de las células M al incrementar la acción de los macrófagos y células T, que a través de señales llamadas citokinas, cuya liberación es incrementada por los MOS, coordinan y activan la actividad inmuno-estimulante y respuesta inmune del organismo (Spring, 2002); de la misma manera activa las células B (linfocitos) que añadiéndose a las células M producen inmunoglobinas ICGAS, las cuales se concentran sobre las vellosidades, la capa de mucosa intestinal y fluido intestinal,

luchando contra la carga bacteriana perjudicial para el animal (Spring, 2002 y Feeding times, 1998).

FIGURA N° 2 Mecanismo de acción de los mananoligosacáridos



Fuente: Gambini, 2003.

2.2.4 FUNCIONES

2.2.4.1 Respuesta Inmunológica

Según Killen (1994) la importancia de los oligosacáridos sobre el sistema inmunitario, se centra en el incremento de la eficiencia inmunitaria humoral y celular.

El sistema inmunológico no específico, especialmente el de los macrófagos es muy importante en la etapa temprana de la lucha contra las bacterias invasoras. La fagocitosis de un antígeno en particular, es el estímulo inicial. Sin embargo, las citocinas de las células T auxiliares y los productos de la pared celular de microbios extraños, pueden acelerar la actividad. Estos últimos, activan la parte complementaria del sistema inmunológico a través de la estimulación de la actividad fagocítica, acelerando la eliminación de los patógenos del animal huésped. Los MOS estimulan la actividad macrófaga cuando se exponen directamente a macrófagos, en un sistema in vitro, o cuando se otorgan como parte del alimento a los animales (Alltech, 1999b citado por Curiquen y Gonzales, 2008).

Al derivar los oligosacáridos mananos de la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, cuyos componentes como glucanos, β -glucanos y mananos incrementan la acción inmunitaria activando la levadura, aumentando las células macrófagos, mejorando los efectos de los antibióticos, ligandos de las bacterias patógenas y modulación del sistema inmunológico determinado por la concentración de inmunoglobulinas, Savage *et. al.*, 1996, tales como IgA de la mucosa, parte importante de la respuesta inmunológica específica, protegen al animal previniendo la adherencia de las bacterias, ó de las toxinas, a las células epiteliales del intestino. Al respecto diversas investigaciones reportaron un 25% de aumento de la concentración de IgA en bilis e IgG en plasma de pavos alimentados con MOS y los títulos de anticuerpos de las vacunas, elevándolo de 2 a 3 veces (Stewart y Rusell, 1998 citado por Gomez-Basouri, 2001, Savage *et. al.*, 1996 y Spring y Pirvulescu, 1998 y Upendra 1999, citados por Spring 2002). Los mecanismos mediante los cuales los MOS estimula la producción de la IgA no han sido totalmente esclarecidos; aunque existe la hipótesis de que las células M toman pequeñas porciones de MOS y los transporta a las placas de Peyer para que pueda actuar como auxiliar en el estímulo para la producción de IgA (Alltech, 1999b citado por Curiquen y Gonzales, 2008).

Mirelman *et al.* (1980), citado por Killen, 1994 muestra una gran cantidad de adsorción de cepas bacterianas, como son *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, entre las más importantes, a mananos sobre el número de cepas probadas.

Finalmente, las investigaciones de Lyons (1999) y Dawson (1994) concluyen que los mananos no contribuyen al crecimiento de muchos patógenos entéricos reduciendo drásticamente el alto nivel de infección en el tracto intestinal con la activación del sistema inmunológico (aumenta la respuesta de los linfoblastos y la capacidad fagocítica de las células blancas), evitando la colonización (adhesión) de patógenos al bloquear sus sitios de fijación (lectinas).

Igualmente, los mananos ayudan al crecimiento de muchos organismos beneficiosos del tracto intestinal, mejorando la resistencia a enfermedades y la transferencia de anticuerpos maternos a través de la respuesta vacunal; incluso mejora la morfología y la integridad de las membranas intestinales, aumentando la digestión de nutrientes y la tasa de conversión alimenticia animal.

2.2.4.2 Respuesta Biológica

Al poseer la levadura *Sacharomyces cerevisiae* la habilidad de adsorber micotoxinas, a un nivel de pH que agrupa el tracto gastrointestinal de la mayoría de los animales (Geldarblom *et al.*, 1988 citados por Gómez-Basouri, 2001), los mananoligosacáridos actúan además como buffer y como depósito de nutrientes (Lyons, 1987 citado por Pichilingue, 1994).

Los mananoligosacáridos pueden retrasar el vaciado gástrico y reducir el tránsito en el intestino delgado, produciendo ácidos grasos de cadena corta en el colon, los cuales colaboran con las contracciones del ileon reduciendo su vaciado (Amarowicz *et al.*, 2004), además de bajar el pH (acidificación) en el lumen intestinal favoreciendo el volumen fecal (tránsito intestinal y condiciones del bolo fecal), así como el aumento de microorganismos intestinales benéficos resistentes a este pH (Bifidobacterias y Lactobacillus), mientras que las bacterias perjudiciales, sensibles a estas condiciones son eliminados (Malendoiro, 2001). Asimismo, esta disminución de pH en el intestino, con alteraciones en los perfiles de ácidos grasos volátiles, mejora la absorción de minerales. (Connolly, 1997)

Parekh (1993), citado por Lyons (1994) indica que estos carbohidratos pueden enfatizar o retrasar la actividad de una hormona en particular, permitir la adhesión intercelular (receptores específicos) y regular proteínas específicas para su actividad inmunológica o funcional.

2.2.5. USO DE LOS MANANOLIGOSACARIDOS EN AVÍCULTURA

La adición de MOS en dietas para animales monogástricos y poligástricos ha traído excelentes beneficios; tanto en el sistema inmunológico como la respuesta animal, siendo usado como promotor de crecimiento antimicrobiano (PCA) sin causar problemas como diarreas en lechones, enteritis necróticas en aves o enfermedades respiratorias en ganado (Spring, 2002); por el contrario aumenta el porcentaje de linfocitos, disminuyendo el de neutrófilos (Davis, 2002 citado por Spring, 2002), mejorando la respuesta inmunológica y la actividad fagocitaria en situaciones de stress post destete en cerdos, además el peso vivo incrementa al mejorar el apetito y disminuir las diarreas con niveles de MOS de 2 Kg/TM a 3 Kg/TM (0.2% - 0.3%) en el alimento (Stockland, 1999 y Maxwell, 2000 citados por Petigrew, 2000).

En avicultura los MOS juegan un papel importante reduciendo el consumo de agua y mejorando la condición de la cama (Ten-Doeschate, 1999), por otro lado, como inhibidor de patógenos en pavos comerciales (Hooge, 2003 y Olsen, 1995).

En gallinas varios trabajos de investigación como los de Ferket, 2000; Ferket *et al.*, 2001; Connolly, 2001 y Sefton, 2000 confirman que el nivel de suplementación de 0.5 a 1 Kg/TM sobre la dieta; mejora los parámetros productivos como conversión alimenticia, consumo de alimento, ganancia de peso vivo y mortalidad.

En pollos parrilleros, actualmente los niveles óptimos recomendados para MOS en el alimento de inicio es de 2 kg/TM y finalizador 0.5 kg/TM de alimento obteniendo de una mejor conversión alimenticia, reducción del consumo de alimento y buenos niveles de digestibilidad de la fibra (Hooge, 2003), mientras para Shane (2001) los niveles serían de 2 Kg/TM y 1 Kg/TM respectivamente y para Kumprecht *et al.* (1997) obtiene mejores resultados en hembras que machos de 21 a 42 días de pollos barrilleros con los mismos niveles de MOS.

En cuanto al peso corporal este se ve incrementado en 1.5 Kg., además aumenta la producción de pechuga y tiende a disminuir el porcentaje de producción de grasa corporal (Mateo, 1999 y Halbmayer, 2000).

Además el nivel de MOS de 0.5 Kg/TM de dieta para pollos de carne produce una disminución de grasa, aumento de proteína muscular y hepático, junto con un considerable aumento de peso del hígado, proventrículo, corazón y molleja; incluso la disminución de colesterol en el hígado; lo cual conlleva a una mejora potencial en la producción de carne (Park *et al.*, 2000 y Stanley *et al.*, 1999).

Los MOS en un nivel de 0.05% mejora la producción del huevo huevo/gallina/día y peso del huevo, optimizándolo cuando se usa en combinación con la levadura pura (Chukwu y Stanley, 2000); de igual forma en gallinas aumenta considerablemente la producción de huevos, reduciendo la mortalidad con una suplementación inicial de 1 Kg/TM las primeras semanas y 0.5 Kg/TM después (Cragoe y Olsen, 1994).

En gallinas reproductoras de la línea Ross la adición de MOS 0.5 Kg/TM disminuyó la mortalidad notablemente, más aún la producción e incubabilidad de huevos estuvieron por encima del estándar de la línea (Considine, 2000). Por otro lado sobre dietas de gallinas y reproductoras pesadas se mejora la incubabilidad a un nivel de 1 kg/TM (Mc Daniel, 1991 citado por Devegowda *et. al.*, 1997)

En cuanto a la calidad del huevo en gallinas de postura el MOS contrarresta el efecto de la aflatoxina sobre ésta, disminuyendo el nivel de colesterol total del suero (LDL) en un 22% y en un 11% ante la ausencia de aflatoxina (causante del incremento del nivel de colesterol en huevos y suero (Stanley *et al.*, 1999), los MOS pueden desintoxicar esta toxina en aves; esta disminución es progresiva en un periodo de 5 semanas con un nivel de 0.1% de MOS en la dieta (Stanley *et al.*, 1999 y Stanley *et al.*, 1997) mientras en ausencia de aflatoxina el volumen de nutrientes básicos y la composición química del suero es considerablemente mejorada con la adición de MOS en la dieta (Park *et al.*, 2000a), dado que el incremento de la actividad de los neutrófilos neutraliza el daño ocasionado por las micotoxinas sobre la salud animal (Savage, 1996 y O'carra, 1998 citados por Grieshop, 2003). Por otro lado, la adición de MOS en dietas para gallinas de postura, incrementa el peso de huevo en la fase inicial de la postura. (Jin, 1997, citado por Slaug, 2003).

El uso de MOS a nivel de 1 Kg/TM previene la colonización de enteropatógenos, reduciendo la colonización invasiva en el intestino así como en el hígado y bazo, sin

alterar el pH del ciego (Sisak, 1994 citado por Spring, 1995) incluso Park *et al.* (2000b) afirma que los MOS actúan mejorando la estructura del tracto gastrointestinal, incrementando la longitud de las microvelocidades del ileón, la longitud del intestino delgado y yeyuno en aves infectadas.

Hulet (1999) obtuvo una alta mortalidad con el uso de MOS en las primeras semanas de vida en pavas reproductoras, mientras que en pavas ponedoras se optimizan los rendimientos de longitud de pechuga, cantidad de grasa abdominal y resistencia a la ruptura del intestino (a Waldroup, 2000, citado por Connolly, 2001).

La inclusión de MOS a 1 Kg/TM dieta incrementa los niveles de anticuerpos (IgG plasmáticas e IgA biliar) en pavos jóvenes, obteniendo similares resultados a un nivel de 0.11% en dietas de pavipollos (Ferket, 2002 citado por Kocher, 2004). Finalmente en pollos parrilleros esta suplementación incrementa la actividad fagocítica a altos niveles de MOS en la dieta (Savage *et al.*, 1996 citado por Shane, 2001).

2.3 LA CODORNIZ

2.3.1 GENERALIDADES

La producción coturnícola iniciada en el Perú en la década de los 50 (Agreda, 1978) se centra en la *Coturnix coturnix japónica*, también llamada codorniz doméstica (Quintana, 1991), la cual es usada según Bissoni (1993) por su rendimiento, rusticidad, precocidad y producción de huevos nutritivos, para la producción comercial de huevos.

Según Stanier (1996), Linneo definió que taxonómicamente la codorniz doméstica presenta la siguiente clasificación: Reino: Animalia, Phylum: Chordata, Subphylum: Vertebrata, Clase: Aves, Subclase: Carinados o Neormidos, Orden: Gallinaceas,

Familia: Phasianidae, Genero: Coturnix, Especie: *Coturnix coturnix*, Sub especie: *Coturnix coturnix japónica*.

Para Buxadé (1999) y Flores (2000) la codorniz japonesa hembra es diferenciada de los machos a la 2da ó 3ra semana de edad por el tono rojizo en el pecho, pecho alargado y abdomen ideal, cuya forma es adecuada para la postura; además entra en muda periódicamente, aclimatándose a casi todos los pisos ecológicos y climas, siendo recomendable para su producción, ambientes cuya temperatura oscile entre 18 a 20° C y una humedad relativa de 55 a 60% (Buxadé, 1999).

El peso de las codornices al nacimiento oscila entre 6.5 y 7 g., incrementándose más de diez veces su peso inicial a los 28 días y antes de los 45 días llega a pesar 120 g., superando las hembras a los machos en 10-20% su peso corporal (Ariki, 1997 y Lucotte, 1990), es decir el macho adulto llega a pesar 130 g. y la hembra adulta 141 g. (Cumpa, 1999).

El periodo de crianza es de 1 a 21 días en piso, 22 a 44 días en levante y 45 a 405 días en producción; sexando los animales y preseleccionándolos a los 21 días de edad. El macho obtiene la madurez sexual de los 35 a 42 días, y las hembras comienzan postura a los 40 días de nacidas, con un intervalo de puesta de 24 horas, mientras que la incubación dura entre 17 y 20 días (Buxadé, 1999 y Cumpa, 1999).

2.3.2 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

En el Cuadro N° 03 se pueden observar los diversos avances alcanzados por investigadores de la UNALM, en cuanto a los parámetros productivos de la codorniz japónica *Coturnix coturnix japónica*.

2.3.2.1 Producción de huevos

La producción de huevos se inicia entre los 45 días de edad (Woodard *et al.*, 1973); adquiriendo el 50 % de postura entre los 50 y 60 días de edad, y el pico de postura alcanza entre los 90 y 175 días de edad (Lucotte, 1990 y

Flores, 2000), observándose a los 6 meses de edad (26 semanas) un descenso en la producción de huevos, cesando entre los 110 y 138 semanas de iniciada (Woodard *et al.*, 1973).

La intensidad media de puesta a lo largo de un ciclo de 10 a 12 meses (la disminución de la puesta es a partir del año) puede variar de 80 - 90% (260-350 huevos/ave/año) con picos de puesta que pueden llegar al 120-140% sobre los 100 - 120 días de edad (Buxadé, 1999; Cumpa, 1999 y Quintana, 1991).

La curva de postura, cuando están jóvenes comienza casi a los 45 días, con un promedio de 80% y a medida que van transcurriendo en edad va disminuyendo hasta que alcanza un 45%, casi a los 8 meses ó 1 año (Coronado y Marcano, 2000, citado por Manoché E. y Del Valle E., 2006).

Díaz E. (2004) citado por Manoché E y Del Valle E., 2006, señala que el porcentaje de postura disminuye con temperaturas entre los 30 a 38 °C y que en las granjas que tengan mayor tecnificación, con construcciones que se adapten fácilmente a las condiciones tropicales influye positivamente en la producción de huevos.

CUADRO N° 3 Resumen de investigaciones realizadas en los parámetros productivos de la codorniz japónica

INVESTIGADOR	NUTRIENTE		PARAMETROS				
	Proteína %	Emetabolizable (Mcal/Kg)	Porcentaje postura %	Peso Prom de huevo (gr)	Consumo de alimento (gr/ave/dia)	C.A.	Edad del ave (semanas)
Alguiar (1998)	20.50	2.88	56.27	10.20	20.06	3.51	5.5
Flores (1998)	21.50	2.77	61.58	10.36	19.50	3.27	7.5
Fuertes (1998)	20.00	2.90	79.31	11.32	22.83	2.58	
Reyes (1998)	20.00	2.90	70.30	11.10	22.00	2.84	6.5
Lopez (2000)	20.80	3.00	83.84	11.35	20.21	2.15	16.0
Alejandro (2000)	20.00	2.90	58.57	10.53	21.92	5.54	
Remigio (2001)	20.00	2.90	57.30	10.73	20.00	3.13	14.0
Isique (2001)	21.00	2.90	81.50	11.08	23.95	2.65	6.5
Rosas (2001)	20.00	2.90	82.91	11.29	23.59	2.52	6.5
Yabar (2002)	20.00	2.90	72.50	11.15	23.50	2.89	7.5
Chia (2002)	21.53	2.80	71.00	11.50	22.11	2.70	4.0
Tuesta (2003)	19.64	2.90	70.00	11.43	25.04	3.17	18.0
Monzón (2003)	21.46	2.90	63.00	10.97	21.87	3.15	7.5
Rivas (2004)	20.00	2.90	81.80	11.06	22.69	2.69	
Gutierrez (2004)	20.10	2.90	41.30	11.36	21.83	4.77	
Alarcón (2004)	20.00	2.95	63.96	11.00	22.47	3.18	19.0
Santti (2005)	20.00	2.95	73.00	11.20	23.88	2.92	20.0

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2 Masa de huevos

La masa de huevos que se produce en una campaña es de 3 Kg. por codorniz, 25 veces su propio peso (Lucotte, 1990 y Rodrigues Da Silva et. al., 1992).

2.3.2.3 Peso promedio de los huevos

El peso del huevo puede variar de 2 á 15 g., siendo el promedio de 10 g. (Bissoni, 1993 y Pérez y Pérez (1974) de esta manera, los huevos son grandes en relación altamaño corporal, correspondiendo éste aproximadamente al 8% del peso corporal de la codorniz (Ariki, 1997).

El peso del huevo disminuye al terminar el ciclo de puesta, así como al iniciarse el mismo (Pérez y Pérez, 1974). Obteniéndose un valor máximo sobre la duodécima semana de producción, posteriormente se mantienen sin grandes oscilaciones. La curva de evolución del peso del huevo en función a la semana de puesta es de tipo exponencial (Buxadé, 1995 citado por Martínez, 2004).

2.3.2.4 Consumo de alimento

Cada codorniz en postura debe consumir 25 g. de alimento, con un 22% de proteína bruta, 2800 Kcal de EM por Kg. 4.5% de calcio y 0.6% de fósforo (Rodrigues Da Silva, 1992); aunque existen reportes de consumos de 20 á 22 gramos de ración por día (Pérez y Pérez, 1974).

2.3.2.5 Conversión alimentaria

Alquati (1980) establece que la codorniz japónica produce 1 Kg. de huevo por cada 2.6 Kg. de alimento consumido.

2.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO DE CODORNIZ

La estructura básica de la cáscara del huevo es muy similar en todas las especies (Parson, 1982 citado por De Blas *et al.*, 1989) la cual representa un 8 a 9% del peso total del huevo fresco, cuya estructura básica, nombrados de dentro hacia fuera, consta de membrana interna y externa (forman la cámara de aire), la capa mamilar, columnar y cristalina (capas calcificadas ricas en materia orgánica) y la cutícula (protege al huevo sellando la entrada de los poros) (De Blas y Matus, 1989).

El huevo de la codorniz japonesa contiene 158 Cal de energía, 74.6% agua, 13.1% proteína, 11.2% grasa, y 1.1% ceniza total. Dentro del contenido mineral tenemos 0.59 mg. de calcio, 220 mg. de fósforo y 3.8 mg. de hierro; mientras que el volumen de vitaminas es 300 UI incluyendo 0.12 mg de vitamina B1, 0.85 mg. de vitamina B2 y 0.10 mg. ácido de nicotínico (Shim, 1997).

Los pigmentos (porfirinas), en la codorniz se presentan a modo de manchas pequeñas de diseño irregular, distribuidas en todo el cascarón. La aparición de pigmentos en la cáscara, tiene que ver con una procedencia netamente genética. (Sauveur, 1993).

Las imperfecciones en las formaciones de los huevos, pueden tener su origen genético o pueden ser causadas por defectos en el oviducto (Uzcátegui, 2002, citado por Rodas, 2004). En ocasiones los huevos con el cascarón de textura granular, arrugados, sin manchas, con acumulaciones de calcio en la cáscara con mancha de yeso, sucede cuando cambia el tiempo entre ovulaciones de 24 a 36 horas (North y Bell, 1993).

Los huevos arrugados o ásperos son ocasionados por el suministro de Latínógenos, deficiencia de cobre y/o brotes de bronquitis (North y Bell, 1993). Según Sauveur (1993) debido al depósito de descamaciones tisulares sobre la cáscara en formación; además la incidencia de este problema aumenta con la edad del ave y no guarda

relación con los aportes vía alimento de calcio, fósforo o bicarbonato sódico, ni con tratamientos con Clortetraciclinas.

Los huevos con cascarón débil se forman cuando no hay el suficiente aporte de carbonato de calcio y esto ocurre en el momento que se alarga la postura y la codorniz es muy vieja o el alimento no cuenta con la cantidad de calcio necesaria. (Rodas, 2004). También se puede ocasionar por demasiada temperatura, provocando estrés en el ave (North y Bell, 1993). Otro de los problemas típicos en la cáscara de huevos son los huevos sin cáscara o en fáfara aparecen al inicio del periodo de puesta o cuando tiene lugar al final o decaimiento de la postura, llamado "Síndrome de caída de puesta con huevos en fáfara" (Sauveur, 1993) o por la existencia de dos ovulaciones el mismo día, la adición de Sulfanidamina al alimento, enfermedades víricas (Adenovirus) y la inyección de fosfato en el útero al poseer la aves un alto nivel de fósforo en el plasma (De Blas y Matus, 1989).

Existen muchos factores que influyen sobre la calidad del huevo en avicultura, como la estructura de las membranas internas, la estructura de las capas calcificadoras, factores ligados a la nutrición, la fisiología y edad del ave, la muda, los programas de recría, estirpe, factores ligados al ambiente, estado sanitario y adición de antibióticos; entre otros que afectan de una u otra forma la estructura interna y externa del huevo disminuyendo su calidad, valor nutricional y por ende su valor comercial (De Blas y Matus, 1989).

En avicultura la aparición de huevos Blancos puede ser debido al uso de altas dosis de Tetraciclinas o Clorotetraciclinas, el incremento de nivel de girasol que contiene Ac. Clorogénico (De Blas y Matus, 1989), acidificantes, inhibidores de Anhidrasa Carbónica (Sulfanilamidas), insecticidas o pesticidas, Litio y Estroncio, Mercurhidrina y Betaminopropinitrito (Sauveur, 1993).

Los huevos con fractura interna o prefisurados in vivo, según De Blas y Matus (1989) dependen de la edad del ave, superpoblación de aves en las jaulas, manejo brusco y estrés, con esto último la producción de adrenalina trae consigo

contracciones del útero produciendo ruptura de la cáscara en formación; Sauveur (1993) menciona limitar el periodo de iluminación 15 horas para disminuir la frecuencia de huevos prefisurados; finalmente los huevos translúcidos aparecen debido a la acumulación de humedad en ciertas zonas de forma natural (De Blas y Matus, 1989) y los huevos con cáscara porosa presentan una capa amorfa de carbonato, desprovistas de cutícula orgánica, afectando una parte o la totalidad del huevo facilitando la contaminación microbiana, este problema aparece por una dieta pobre en minerales y vitaminas (Sauveur , 1993).

2.3.4 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

En el Cuadro N° 04 se muestran los requerimientos nutritivos de las codornices, en el cual se indica que en la etapa de postura (tanto como en el levante) el requerimiento de energía metabolizable es de 2,900 Kcal/Kg. de alimento, 20% de PC; 1% de lisina; 0,45% metionina; 2,5% de calcio y 0,35% de fósforo (NRC, 1994), y de acuerdo al INRA (1985), recomienda una dieta con 2600 - 2800 Kcal. EM/kg., con 13 a 18,5% de proteína cruda y de 3,4 a 4,0% de minerales para las codornices de postura, requerimientos claramente superiores a los empleados en la alimentación de gallinas ponedoras, manifestando además que la concentración de estos compuestos en el alimento influye en la puesta.

De acuerdo a Lázaro *et.al*, 2005, en condiciones prácticas, el rango de concentración energética más habitual para codornices es de 2,800 a 2,950 kcal EM/Kg hasta las 2 ó 3 semanas de edad, entre 2,980 y 3,200 kcal EM/Kg desde las 3 hasta las 5 ó 7 semanas de edad y entre 2,700 y 2,900 kcal EM/kg en reproductoras y nivel de 2,900 a 3,000 kcal EM /Kg durante toda la etapa de postura (Rober, 2003).

Por otro lado, para Lázaro *et.al*, 2005, los niveles recomendados para proteína bruta para la codorniz japónica oscila entre 24 y 27% durante las primeras tres semanas de vida y entre 20 y 26% para todo el periodo productivo y el NRC (1994) recomienda el uso de 24% en crecimiento y 20% en la postura. En reproductoras se

suelen utilizar valores de 20-22% de proteína, 1,06-1,10% de lisina y 0,78% de metionina más cisteína para piensos con 2.750 kcal EM/kg. (Lázaro, 2005).

En cuanto al nivel de fibra, la capacidad de las codornices para digerirla es bastante elevada, pero los alimentos muy fibrosos son menos eficientes para el crecimiento y producción de huevos (Ensminger, 1983).

De todas las especies avícolas domésticas conocidas, la codorniz es la que presenta los mejores rendimientos productivos en puesta por unidad de peso vivo, llegando a alcanzar una relación masa de huevo exportado: peso vivo doble a la de la gallina ponedora (Larbier y Leclercq, 1994b, citado por Lázaro, 2005). Las necesidades proteicas diarias estimadas de codornices japónicas reproductoras en puesta varían desde 3,5 hasta 6 g/ave. Así, Lázaro, 2005, determinó que se estiman unas necesidades proteicas diarias de 3,5 g/ave, 5 g/ave hasta 6 g/ave; mientras el INRA (1985) las estima en 4,5 g/ave.

Para reproductoras japónicas las recomendaciones de proteína bruta oscilan entre 17 y 25% en función del nivel energético de la dieta (2.600 a 3.250 kcal EM/kg). En cualquier caso, no se considera deseable utilizar mínimos de proteína bruta en el pienso, inferiores a 18-20% (en dietas con 2.800 kcal EM/kg) para evitar posibles reducciones de la productividad. (Lázaro, 2005).

North y Bell (1993) indica que las vitaminas y minerales son añadidos al alimento en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos del animal, como el calcio (determina la formación del huevo), fósforo (esencial para la formación de los huesos) y vitamina D que favorece la movilización de calcio en el organismo.

En codornices reproductoras japónicas o Bobwhite en puesta, el NRC (1994) recomienda niveles de Ca y P disponible de 2,50 y 0,35% respectivamente. Nelson et al. (1964) citado por Lázaro (2005), observaron que la producción de huevos mejoraba cuando se utilizaban niveles de Ca de 2,5 a 3% en relación con niveles de 1 a 2%. Sin embargo no encontraron apenas diferencias con niveles de P total entre 0,6

y 0,8%. En estos ensayos, los valores más altos de incubabilidad se registraron con piensos con 2,5-3% de Ca y 0,8% de P total. Sin embargo, Masukawa et al. (2001) citado por Lázaro, 2005, no detectaron diferencias entre niveles de Ca desde 2 a 3,5% en incrementos del 0,5% ni en producción ni en calidad de huevo.

2.3.5 SANIDAD

La codorniz es susceptible a algunas de las más comunes enfermedades de las aves como la viruela aviar, New castle, bronquitis infecciosa dentro de las virales; *Salmonella pullorum*, *S. gallinarum*, *S. typhimurium*, *Pasteurella multocida*, *Escherichia coli* (variedad patógena) y *Haemophilus paragallinarum* (coriza) en cuanto a las bacteriales, finalmente algunos hongos como *Aspergillus fumigatus* (Quintana ,1991).

Las infecciones virales respiratorias y bacterianas son la causa principal de la producción de huevos deformes y de cáscara muy fina, porosas y deficientes, debido a los procesos inflamatorios del oviducto producido por los gérmenes, *Escherichia coli* principalmente, los cuales salen por la cloaca e ingresan en el oviducto (desde donde penetran a la cavidad abdominal) desviando el pH hacia la zona ácida, provocando con ello trastornos en la formación de la cáscara caliza. Por otra parte los huevos con cáscara porosa, suceden cuando hay desequilibrio entre calcio, fósforo y vitamina D en la dieta (Calnek, 2000).

Otro problema en codornices es el canibalismo, el cual se puede manifestar con picoteos de cloaca, cuyos actores predisponentes son el prolapso o la rotura de los tejidos por el paso de un huevo anormalmente grande y el picoteo de la nariz, el cual se observa más en codornices de 2 a 7 semanas de edad que se encuentran en hacinamiento (Calnek, 2000).

Ascitis se define como cualquier acúmulo de líquido proveniente de extravasación que se acumula en la cavidad peritoneal (Calnek, 2000). Esta enfermedad está asociada a problemas de hipertensión pulmonar y la excesiva producción de células inflamatorias en los tejidos pulmonares, debido a la pobre ventilación de las casetas que causa hipoxia en las aves. Las células inflamatorias activan a los linfocitos que

pueden generar una variedad de radicales libres o especies reactivas al oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés) hacia los tejidos como pulmón, hígado y corazón principalmente causando daño oxidativo al provocar un desbalance entre la producción de ROS, y los sistemas antioxidantes de defensa (Enkvetchakul *et al.*, 1993; Díaz-Cruz *et al.*, 1996 citado por Huerta, *et. al.* 2005).

El porcentaje normal de mortalidad durante la etapa de crecimiento según Lucotte (1990) debe considerarse entre 10 á 15%, el cual debe disminuir considerablemente en la etapa de postura, con las condiciones ideales de crianza. Finalmente el mismo autor establece que, la presencia de coriza infecciosa aviar producida por la bacteria gram negativa, *Haemophilus paragallinarum*, la cual produce conjuntivitis, sinusitis y rinitis en aves de cualquier edad, siendo también un factor preponderante en el porcentaje de mortalidad en la etapa de postura.

CUADRO N° 4 Requerimientos nutricionales de la codorniz japonesa en la etapa de postura

NUTRIENTES	INRA	NRC
	1985	1994
Energía (Kcal/EM/Kg)	2,600 - 2,800	2,900
Proteína %	13 - 18,5	20
Arginina %	-	1.26
Gli - Ser %	-	1.17
Histidina %	-	0.42
Isoleucina %	-	0.9
Leucina %	-	1.42
Lisina %	1.18	1
Metionina %	0.44	0.45
Met - cis %	0.84	0.7
Fenilalanina %	-	0.78
Fenil - Tiros %	-	1.4
Treonina %	0.62	0.74
Triptofano %	0.22	0.19
Valina %	-	0.92
Acido Linoleico %	-	1
A (UI)		3 300
D3 (UI)		900
E (UI)		25
K (UI)		1
B12 (mg)		0.003
Biotina (mg)		0.15
Colina (mg)		1 500
Ac. Fólico (mg)		0.55
Ac. Nítico (mg)		20
Ac. Pantoténico (mg)		15
Piridoxina (mg)		3
Riboflavina (mg)		4
Tiamina (mg)		2
Cobre (mg)		5
Hierro (mg)		60
Manganeso (mg)		60
Selenio (mg)		0.2
Yodo (mg)		50
Zinc (mg)		0.3

Fuente: INRA, 1985; INRA, 1994

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el módulo de investigación en nutrición en codornices del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, pertenecientes a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina; durante un periodo experimental de 8 semanas comprendidos desde el 3 de Marzo al 27 de Abril del 2004, considerando además dos semanas para la etapa de homogeneización de las aves y acostumbramiento al alimento en harina.

3.2 INSTALACIONES

Para la parte experimental se utilizó un ambiente de material noble, denominada "sala de codornices", techado, con piso de loseta, ventanas, mosquiteros y cortinas que facilitan la ventilación e iluminación natural adecuadas.

Para brindar las condiciones óptimas a las aves se dispone de un termómetro ambiental, extractor de aire el cual permite disminuir la cantidad de amoniaco en la sala, temporizador de luz de encendido automático para controlar el fotoperiodo, fluorescentes, calentadores eléctricos. Por otro lado, el agua administrada a los animales proviene de un tanque, conectado a un sistema de tuberías hasta los bebederos automáticos.

Las 16 jaulas empleadas son metálicas de alambre zincado galvanizado con 10 mm. de luz, formando parte de una batería de 5 columnas x 5 filas; y tienen las siguientes especificaciones: 60 cm. de largo, 40 cm. Ancho y 20 cm. de altura. La rejilla de recepción tiene 5% de pendiente, facilitando la caída de los huevos; incluso cuenta también con una bandeja metálica acondicionada para la colección de excreta. Cada jaula con capacidad de 16 aves, tiene un área total recomendada entre 150 á 240 cm² y una densidad de 1.2 cm²/ave; provista cada una de comedero lineal metálico y bebedero plastificados automáticos tipo copa.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

Durante la etapa experimental de la investigación la implementación requerida y detallada a continuación fue proporcionada por el programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos:

- Ñ Batería lineal de 5 columnas x 5 filas, de las cuales se usaron 16 jaulas de alambre zincado de 0.6 x 0.4 x 0.2 mt. (0.24 m²) y 5% de pendiente.
- Ñ Comederos lineales (metálicos) de 60 cm. de longitud y 0.5 Kg. de capacidad.
- Ñ Bebederos automáticos tipo copa (plástico) sistema por goteo, de 4.5 cm de diámetro y 4 cm. de profundidad.
- Ñ Balanza de reloj (2 Kg de capacidad).
- Ñ Balanza electrónica (200 gr de capacidad).
- Ñ Termómetro ambiental.
- Ñ Temporizador de luz de encendido automático (control del fotoperiodo).
- Ñ Extractor de aire.
- Ñ Hojas de registros.
- Ñ Balde y cuchara para distribuir el alimento.
- Ñ Equipo de limpieza (espátula, guantes, lejía, desinfectantes, etc.).
- Ñ Equipo de disección (tijera, bisturí, pinzas, etc.).
- Ñ Etiquetas adhesivas de diferentes colores.
- Ñ Cinta adhesiva y cartón para reforzar comederos.

3.4 ANIMALES EXPERIMENTALES

Las aves con las cuales se trabajó fueron adquiridas por el programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina desde el levante, para formar parte del lote de animales experimentales de dicho programa.

Se utilizaron 192 codornices de la variedad japónica (*Coturnix coturnix japónica* L.) de 10 meses de edad (9 meses de postura), con una producción promedio de 61% y un peso vivo aproximado de 194.78 gramos; distribuidas al azar en 12 jaulas de 16 codornices cada una. Tomándose como unidad experimental cada jaula; 3 unidades experimentales (48 codornices) por cada tratamiento.

Antes de iniciar el experimento, estas aves fueron uniformizadas, es decir, fueron sometidas al control de sus principales parámetros productivos, con la finalidad que al punto de partida del presente estudio, todas las aves posean similar porcentaje de postura, peso corporal, estado sanitario y buena presentación fenotípica, lo cual nos permitirá la diferenciación de los diferentes parámetros productivos en cada uno de los tratamientos asignados, una vez iniciado el experimento.

3.5 PRODUCTO DE EVALUACIÓN

Para la presente prueba se utilizó un mananoligosacárido fosforilado derivado de la pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶, que sufre una doble fermentación para luego ser secado por atomización (secado por aspersion a baja temperatura); es decir evapora el agua a la temperatura más baja, en el menor tiempo posible y obteniendo un alto grado de pureza del producto (Shane, 2001).

3.6 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro niveles de mananoligosacáridos (MOS), determinándose los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 : Dieta basal (control)

Tratamiento 2 : Dieta basal + 0.1 % de MOS. (equivalente a 0.1 kg de MOS / TM dieta basal)

Tratamiento 3 : Dieta basal + 0.2 % de MOS. (equivalente a 0.2 kg de MOS / TM dieta basal)

Tratamiento 4 : Dieta basal + 0.3 % de MOS. (equivalente a 0.3 kg de MOS / TM dieta basal)

3.7 DIETAS EXPERIMENTALES

Se mezcló la dieta basal, luego se separó en cuatro partes iguales, obteniéndose finalmente una dieta control y tres dietas con diferentes niveles de mananoligosacáridos.

En cuanto a la distribución de las dietas en las jaulas se siguió un orden preestablecido, con la finalidad de dar semejantes condiciones ambientales a las aves de cada tratamiento.

La composición porcentual y valor nutritivo de la dieta basal, así como la composición de la premezcla utilizada en las dietas experimentales se muestran en los cuadros N° 05 y N° 06 respectivamente.

3.8 PARÁMETROS EVALUADOS

3.8.1 NÚMERO DE HUEVOS Y PORCENTAJE DE POSTURA

El número de huevos se evaluó diariamente, durante las primeras horas del día, tomando en cuenta la cantidad de huevos totales por tratamiento y repetición; de tal manera que para determinar el porcentaje de postura se tomó en cuenta el número total de huevos colectados y el número de aves totales en observación por cada tratamiento.

$$\% \text{ de postura} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos colectados}}{\text{N}^\circ \text{ de aves en observación}} \times 100$$

CUADRO N° 5 Composición porcentual Calculado y valor nutritivo de la dieta basal

INGREDIENTE	CANTIDAD
Maíz (Kg)	54.00
Torta de soya 47% (Kg)	25.00
¹ Subproducto de achiote (Kg)	7.00
Harina de pescado 63% (Kg)	4.00
Carbonato de calcio (Kg)	7.14
Aceite semirefinado de pescado (Kg)	2.11
Sal (Kg)	0.28
Cloruro de colina 60 (Kg)	0.20
DL metionina (Kg)	0.05
² Premix postura (Kg)	0.10
³ Antihongo (Kg)	0.10
⁴ Antioxidante (Kg)	0.02
TOTAL	100.00
VALOR NUTRITIVO CALCULADO	%
Materia seca (%)	88.45
Proteína (%)	20.00
Energía (Kcal/EM/Kg)	2.85
Grasa (%)	4.874
Fibra (%)	3.184
Lisina (%)	1.02
Metionina (%)	0.35
Met - cis (%)	0.72
Treonina (%)	0.75
Triptofano (%)	0.20
Calcio (%)	3.00
Sodio (%)	0.16
Fósforo disponible (%)	0.20
Acido <u>Linoleico</u> (%)	1.375

Fuente: Mixit-2

¹Semilla despigmentada de achiote

²Proapak 6

⁴Banox (BHT, BHA, Galato de propil, Ethoxiquin, Acido cítrico). 150 gr/TM

CUADRO N° 6 Composición de la premezcla de vitaminas y minerales por Kg de alimento empleado en las dietas experimentales

NUTRIENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Vitamina A	UI	13,000
Vitamina D3	UI	3,500
Vitamina E	UI	35
Vitamina K	mg	3
Tiamina	mg	2.5
Riboflavina	mg	10
Niacina	mg	40
Ac. Pantoténico	mg	13
Piridoxina	mg	7
Ac. Fólico	mg	1.5
Vitamina B12	ug	15
Biotina	ug	120
Manganeso	mg	70
Zinc	mg	5
Hierro	mg	40
cobre	mg	6
Yodo	mg	1
Selenio	ug	150
BHT	mg	100
Excipientes CSP	g	1

Fuente: Proapak 6 de Laboratorios Montana S.A. 2003

3.8.2 MASA TOTAL DE HUEVO

Para determinar este valor se multiplicó por el número total de huevos producidos por el peso promedio de huevo por tratamiento.

Masa de huevos = N° de huevos producidos x peso promedio de huevo

3.8.3 PESO PROMEDIO DE HUEVO

Este valor se determinó con el peso total de los huevos por repetición de cada tratamiento; al dividir este dato entre el total de huevos producidos por cada tratamiento diariamente, se obtendría el peso promedio de huevo por tratamiento.

$$\text{Peso promedio de huevo} = \frac{\text{Peso total de huevo}}{\text{Total de huevos producidos}}$$

3.8.4 NÚMERO DE HUEVOS COMERCIALES

Se determinó la cantidad de huevos comerciales disminuyendo a la totalidad de los huevos producidos la cantidad de huevos no comercializables, determinándolo de manera subjetiva por quien realizó el experimento, a través de la calidad de huevo, es decir, color, tamaño, forma, aspecto y estructura de la cáscara.

N° de huevos comerciales = N° de huevos colectados - N° huevos no comerciales

3.8.5 CONSUMO DE ALIMENTO

Para la evaluación del control semanal del consumo de alimento se sumaron los repartos en la semana menos el residuo final de ésta, obteniéndose el promedio por tratamiento.

Se realizó la siguiente diferencia para obtener este valor:

Consumo de alimento = Alimento Ofrecido - Alimento sobrante

Donde el alimento sobrante comprende los residuos en comedero y estercolero. Los residuos de comedero, estercolero y piso fueron recolectados, cernidos y pesados diariamente; cabe recalcar que el residuo de piso era cernido, pesado y dividido entre el número de jaulas ya que éste era una mezcla de todos ellas. De esta manera se trata de tener un dato cercano al real, al evitar las pérdidas de alimento debido a su manejo.

3.8.6 CONVERSIÓN ALIMENTARIA

Este valor nos indica la cantidad de alimento consumido, para producir una cantidad de huevos por lote de codornices, durante una unidad de tiempo determinado, obteniéndose en base a la siguiente relación :

$$\text{C.A.A.} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Masa de huevo acumulada (Kg)}}$$

3.8.7 PESO VIVO

Las aves fueron pesadas al inicio y al final de la parte experimental, tomando en cuenta 3 aves por unidad experimental de manera aleatoria, pesando en total 9 aves por tratamiento. De este modo se obtuvo el incremento de peso por cada repetición y por consiguiente el incremento promedio por tratamiento al final del experimento.

3.8.8 MORTALIDAD

Diariamente se llevaba un control sanitario, registrando las aves muertas por tratamiento, repetición y fecha, realizando además necropsias para determinar las causas de muerte.

El porcentaje de mortalidad acumulada se obtuvo de la siguiente manera:

$$\% M = \frac{\text{N}^\circ \text{ de animales muertos por tratamiento}}{\text{N}^\circ \text{ inicial de aves total del experimento}} \times 100$$

3.8.9 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO

Consiste en calcular el costo por kilogramo de huevo producido, teniendo en cuenta que el precio por kilogramo de huevo en granja actualmente es de s/. 10.00 y el costo del alimento en base de los insumos referidos al mes de Octubre del 2013 fue de s/. 0.9125 por Kg de concentrado y s/. 1.15 por Kg de BIOMOS®, a fin de determinar la rentabilidad del producto en evaluación para la crianza de codornices de postura.

3.9 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.9.1 MANEJO DEL ALIMENTO

El horario de alimentación en relación al consumo de las aves, con la finalidad de evitar excesivas pérdidas de alimento en el piso, pero manteniendo los comederos siempre con alimento. Por consiguiente se suministró alimento dos veces al día (50% de la ración en la mañana y el restante en la tarde), aproximadamente 400 gramos al

día por repetición (jaula), el agua fue suministrada *ad libitum*, a través de bebederos automáticos tipo copa.

Para calcular el consumo, los residuos se pesaron diariamente, tanto de comedero, estercolero y de piso.

3.9.2 MANEJO DE LOS ANIMALES

Los animales fueron distribuidos en 12 jaulas en número de 16 animales por jaula, con 3 repeticiones por tratamiento, fueron pesados al inicio y al final de la evaluación, con una muestra aleatoria de 3 animales por repetición.

En todo momento, durante la etapa experimental, se trató de evitar el estrés de los animales suministrando de manera preventiva complejo B en el agua de bebida a razón de 1 g/Lt al inicio del experimento durante semanas y se redujo la densidad animal a 16 aves por jaula; además de otras estrategias como controlar las corrientes de aire, mantener la temperatura ambiental en el rango de 18 a 25 °C, asegurar el consumo de agua a voluntad, realizar limpiezas diarias a fin de disminuir la concentración de amoníaco en el ambiente.

Adicionalmente se observó diariamente el estercolero con la finalidad de detectar posibles sangrados de las aves (prolapsos, picaje, heridas, etc.) y la aparición de huevos en fáfara, detectando además las aves enfermas o prolapsadas, las cuales eran separadas de cada lote. Las necropsias post mortem fueron necesarias para determinar las causas de muerte, dado que los mananoligosacáridos afectan a ciertos patógenos.

3.9.3 CONTROL SANITARIO

Al inicio de la etapa experimental se realizó la desinfección del agua de bebida con cloro y se acondicionaron instalaciones y equipos, sanitizándolos con Hipoclorito de Sodio (lejía), evitando con ello la transmisión de algunas enfermedades. No se realizó ningún tipo de vacunación. Las labores de limpieza de estercoleros, piso y bebederos fueron dejando dos días y para la desinfección del ambiente se utilizó un

producto a base de sustancias surfactantes y ac. Orgánicos, aplicado por aspersión una vez a la semana.

3.10 ANÁLISIS PROXIMAL

Determinado por el laboratorio de Evaluación Nutricional del Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina; dando como resultado Humedad 9.84%, Proteína total 22.44%, Extracto etéreo 6.20, Fibra cruda 3.23%, Ceniza 9.82 y ELN 48.47%.

3.11 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar para cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (Calzada, 1982).

$$Y_{ij} = \hat{\mu} + \varnothing + \varepsilon_j$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ $t = N^{\circ}$ tratamiento

Donde:

Y_{ij} = Es el valor observado de la unidad experimental al i ésimo tratamiento.

\varnothing = Efecto del i ésimo tratamiento.

$\hat{\mu}$ = Media general.

ε_j = Efecto del error experimental asociado al i ésimo tratamiento.

i = Dietas tratamiento.

Se realizó el análisis de varianza para determinar la presencia o no de diferencias significativas entre las dietas y la prueba de Duncan para determinar las diferencias entre los promedios de los parámetros evaluados. Además los datos en porcentajes fueron corregidos por el valor de su arco seno (Calzada, 1983).

$$\text{Dato Corregido} = \text{Arco seno } (y_{ij}/100)$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 PRODUCCIÓN DE HUEVOS Y PORCENTAJE DE POSTURA

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos II y IV. El análisis de variancia semanal (ANVA) y la prueba estadística de Duncan semanal se pueden observar en los Anexos XVI y XVII.

Al realizar el análisis de variancia no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para el número de huevos totales, tanto como el porcentaje de postura (Anexo XV). Del mismo modo, al hacer la comparación de medias en la prueba de Duncan no se encontraron diferencias significativas sobre el número de huevos y sobre el porcentaje de postura.

A pesar que el nivel de 0.2% de MOS registró una producción de huevo total numéricamente mayor, no presentó diferencias significativas, lo mismo sucedió con el número de huevos por ave por día.

En cuanto al porcentaje de postura, el nivel de adición de MOS al 0.2% influyó numéricamente; mientras que el nivel de 0.1% MOS mantuvo los menores niveles durante todo el periodo de evaluación, si se comparan los resultados obtenidos con otras investigaciones, como las de Rivadeira, 2009, quien observó la mayor facilidad de utilización de MOS al incluirlo en dietas para codornices de postura obteniendo una mejora en la producción de huevos.

Se puede observar que los niveles de producción conseguidos en el presente estudio son muy bajos, debido a que las aves se encontraban en la fase final de la postura (10 meses) y el nivel de producción (50%) al inicio de la evaluación. Alviar, (2002) citado por Rivadeneira, 2009, manifiesta que la codorniz tienen una vida útil de cuatro años y un periodo rentable de 2 años, la postura anual puede llegar a un promedio de 300 a 350 huevos por ave.

Podemos agregar que la manifestación del efecto del MOS sobre los parámetros productivos está ligada a las condiciones variables de manejo y alimentación, así como la edad del ave es una condicional a la producción de huevos, existiendo la tendencia a disminuir a medida que aumenta la edad del ave, en consecuencia la persistencia disminuye en relación inversa a la edad. En nuestra investigación a pesar que las aves bordeaban los nueve meses de postura, se consiguió mantener la persistencia con la adición de un nivel de 0.2% MOS en la dieta, para luego presentar un declive como resultado de su misma edad.

CUADRO N° 7 Efecto de los diferentes niveles de MOS sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa

PARAMETROS	NIVEL DE MOS EN LA DIETA			
	0%	0.1%	0.2%	0.3%
Número de huevos totales (und)	1172a	1073a	1198a	1095a
Porcentaje de postura (%)	47.29a	42.55a	47.49a	44.20a
Masa total de huevos (Kg)	11.96a	11.04a	12.78a	11.57a
Peso Promedio huevos (g)	10.21a	10.55a	10.79a	10.56a
Consumo total de alimento (kg)	53.38a	52.10a	52.25a	51.45a
Consumo de alimento (g/ave/día)	21.95a	20.92a	21.13a	21.02a
Conversión alimenticia	4.53a	4.87a	4.26a	4.48a
Mortalidad (%)	5.21a	5.21a	4.17a	5.21a
Peso vivo final (g)	196.1b	201.7ab	207.8a	205.9ab
Número de huevos comerciales (und.)	375.0a	330.3a	378.7a	349.3a

^{a, b} Las medias con letras semejante (filas) no difieren significativamente (Duncan, alfa = 0.05)

Fuente: Elaboración Propia

4.2 PESO PROMEDIO Y MASA TOTAL DE HUEVO

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos V y VII. El análisis de variancia semanal (ANVA) y la prueba estadística de Duncan semanal se pueden observar en los Anexos XVI y XVII.

Al realizar el análisis de variancia sobre la masa total de huevo en kilogramos y peso promedio de huevo (Anexo XV) no se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas; sin embargo se obtuvo diferencia numérica a un nivel de 0.2% de MOS en relación con los demás.

En cuanto al peso promedio de huevo no se encontraron diferencias estadísticas significativas, aunque numéricamente muestra diferencia el nivel de 0.2% MOS, de igual forma Rivadeneira, 2009, indica la mejor eficiencia de las codornices sobre la masa de huevo al incluirse MOS en las dietas de postura. Por otro lado cabe mencionar que a un nivel de 0.2% MOS se mejora la apariencia y dureza de cáscara (al tacto).

4.3 NUMERO DE HUEVOS COMERCIALES

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos XI. El análisis de variancia semanal (ANVA) y la prueba estadística de Duncan semanal se pueden observar en los Anexos XVI y XVII.

Al análisis de variancia no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) de los niveles de MOS en las dieta en relación con el número de huevos comerciales. Así mismo, al realizar la comparación de medias en la prueba de Duncan no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

A pesar de ello se observó que durante el periodo de evaluación hubo una mejora considerable sobre la calidad de huevo en todos los niveles con inclusión de MOS, evidenciándose con la disminución de la cantidad de huevos considerados no comerciales

(cáscara débil, contaminados, dañados y despigmentados). Esto conlleva a la reducción de huevos de descarte y por ende el aumento de huevos aptos para la venta. En el presente estudio los resultados fueron numéricamente mayores al nivel de 0.2% MOS.

La calidad del huevo puede ser influenciada también por la condición sanitaria del ave, a esto se debe la aparición de huevos contaminados, resultado de la colonización de bacterias *E. coli* en el tracto reproductivo del ave (Calnek, 2000), verdaderamente con la adición de MOS en la dietas, la cantidad de huevos contaminados disminuyó notablemente al punto que dejaron de aparecer estos huevos durante todo el periodo de evaluación, del mismo modo sucedió con la aparición de huevos en fáfara, observado en todos los tratamientos; dado que éstos dependen de la eficiencia del ave para retener el huevo el tiempo adecuado en el oviducto para la eficiente formación de las capas de la cáscara, por otro lado esto también se relaciona con el nerviosismo característico de estas aves.

4.4 CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTARIA

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos VIII y IX. El análisis de variancia semanal (ANVA) y la prueba estadística de Duncan semanal se pueden observar en los Anexos XVI y XVII.

Al análisis de variancia (Anexo XV) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) de los niveles de mananoligosacáridos en relación al consumo de alimento acumulado y consumo en gramos/ave/día. Así mismo, al realizar la comparación de medias en la prueba de Duncan no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el consumo ave/día y consumo acumulado. Sin embargo, numéricamente existen diferencias en los niveles de 0.1% y 0.3% de MOS para ambos parámetros, mostrando una disminución en el consumo ave/día comprado con el control.

A un nivel de 0.2% se observa el mayor consumo de alimento, lo cual difiere de los resultados obtenidos por De Oliveira *et. al.* (2009) quien indica que la inclusión de mananoligosacaridos en un nivel de 0.1% en dietas para codornices de postura disminuye el consumo diario de alimento en un 10% mejorando la conversión alimentaria, debido al que el tracto gastro intestinal maximiza la absorción de nutrientes, por tanto con un bajo

consumo de alimento podrá suplir las exigencias propias del animal. Adicional a ello se observa disminución del consumo de agua (Ten-Doeschate, 1999) y utilización de la proteína y energía dietética (Finucane *et al.*, 1999), el incremento de la absorción mineral, incluyendo calcio y hierro (Ohta *et al.*, 1995; Van den Heuvel *et al.*, 1998, 1999, citados por Flickinger, 2003) y la mejor digestibilidad de fibra (Kumprecht *et al.*, 1997), por consiguiente se logra una eficiencia gastrointestinal para que el ave pueda captar nutrientes con un menor consumo de alimento, mejorando el crecimiento del ave y reduce el porcentaje de grasa corporal (Mateo, 1999) lo cual se traduce en una mejora potencial en la producción de carne (Park *et al.*, 2000 y Stanley *et al.*, 1999) y huevo (Savage, *et al.*, 1996).

En cuanto a la conversión alimentaria acumulada, el análisis de variancia no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, del mismo modo al realizar la prueba de Duncan entre los niveles de mananoligosacáridos sobre la conversión alimenticia, aunque se observó una mayor tendencia numérica sobre la conversión alimenticia a un nivel de 0.2% MOS seguido del nivel de 0.3%.

Debido en gran parte al nivel de producción con que se encontraban las aves al momento del experimento como resultado de la edad avanzada con la que contaban las mismas, los niveles de conversión alimenticia obtenidos en el presente trabajo se encuentran por debajo del promedio. Sin embargo la tendencia positiva que presenta en nivel de 0.2% MOS, resulta de una mejora sobre la eficiencia alimenticia; dado que al reducir el consumo de alimento mejora la conversión alimentaria, consecuencia de la optimización de la estructura gastrointestinal con el uso de mananoligosacáridos, De Oliveira *et al.* (2009), al ampliar la superficie de absorción de nutrientes con cambios específicos tanto en las microvelocidades y criptas del ileón, longitud del intestino delgado y yeyuno, haciendo más eficiente la alimentación animal (Parks *et al.*, 2000).

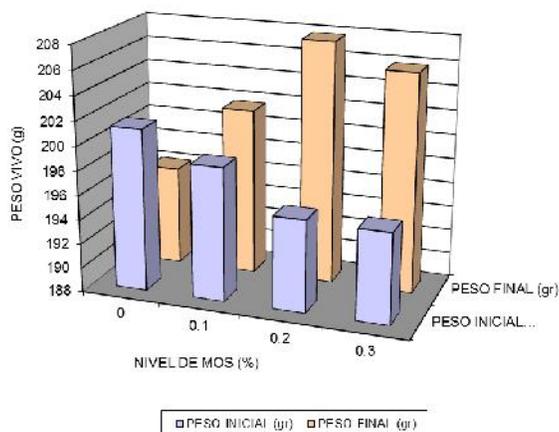
4.5 PESO VIVO FINAL

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos XII. El análisis de variancia semanal (ANVA) y la prueba estadística de Duncan semanal se pueden observar en los Anexos XVI y XVII.

Al realizar el análisis de variancia para el peso final se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), de los tres niveles de MOS sobre el peso final del ave. Así mismo, al realizar la prueba de comparación de medias (Duncan) se encontraron diferencias estadísticas significativas en el peso vivo final, lo cual se traduce en la ganancia de peso vivo.

En la Figura N° 03 se puede observar la mejora en el peso final de las aves a un nivel de 0.2% de mananoligosacáridos en la dieta de postura para la codorniz japónica.

FIGURA N° 3 Efecto de los MOS sobre el peso vivo (g)



La adición de mananoligosacáridos en dietas balanceadas para obtener resultados favorables sobre el peso vivo del animal, debido al potencial que tiene para la producción de carne. Esto se explica a través de la energía conservada por el manejo adecuado de la relación longitud de vellocidades y la profundidad de las criptas, dado que la reducción de los requerimientos para el reemplazo de epitelio intestinal y secreción de mucosa en respuesta a daños celulares, puede ser utilizada para la síntesis de masas de tejido magro, traduciéndose en mejoras significativas en ganancia de peso vivo y conversión alimenticia (Savage, 1997, citado por Spring 2002).

4.6 MORTALIDAD

El efecto de los tres niveles de los mananoligosacáridos (MOS) sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa, se presentan en el Cuadro N° 07 y Anexos XIII. Las principales causas de mortalidad se muestran en el Anexo XII.

Al análisis de variancia ($P < 0.05$) no se observaron diferencias significativas sobre la mortalidad entre los tratamientos (Anexo XIII); aunque numéricamente el nivel de 0.2% mostró una menor tasa de mortalidad, debido a que se optimiza la salud y desempeño animal; esto se debe a la capacidad de los mananoligosacáridos de conferir al animal resistencia contra patógenos entéricos estimulando la actividad fagocítica (Sisak, 1995 citado por Shane, 2001) y Lyons (1994) y estabilizando la microflora intestinal limitando la colonización de patógenos (Finucane *et al.*, 1999) .

Por otro lado se observó la presencia de algunos casos de ascitis sólo al inicio del experimento, esto respalda lo mencionado por Savage (1996) al determinar que niveles de 0.1% de MOS en las dietas disminuye la incidencia de ascitis, dado que facilita pasivamente la ventilación del ave.

Finalmente, cabe recalcar que la mortalidad observada no muestra tener una relación directa con la inclusión de mananoligosacáridos en las dietas, considerando que la mortalidad puede deberse a otras causas relacionadas con la edad del ave, como son el prolapso y retención de huevo problemas propios de aves adultas y en aves alimentadas con un sistema *ad libitum*, las cuales tienden a aumentar de peso, lo cual conlleva a un engrasamiento de los conductos cloacales resultando retenciones de huevo; además la edad del animal disminuye sus defensas lo cual permite que agentes infecciosos propios del ambiente pueda atacar fácilmente.

4.7 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA

Los resultados de la retribución económica determinada para la producción de huevos comerciales de la codorniz japónica se observan en el Cuadro N° 08.

La retribución económica de las dietas fue determinada considerando los costos de producción por kilogramo de huevo de acuerdo a los precios de los insumos alimenticios correspondientes al mes de Noviembre del 2013, siendo el precio de venta en granja por kilogramo de huevo 10 nuevos soles.

Bajo nuestra realidad económica, el nivel que presentó la mayor rentabilidad en dietas para codornices ponedoras fue la suplementación de 0.2% de mananoligosacáridos, con una

diferencia de 10% comparada con la dieta control. Estudios como el realizado por De Oliveira et. al. (2009), concuerdan que la adición de mananoligosacáridos aumenta el margen de ganancia hasta en un 5% debido a la mejora en la conversión alimenticia.

CUADRO N° 8 Retribución económica del alimento comportamiento productivo de la codorniz japonesa

PARAMETROS	NIVEL DE MOS EN LA DIETA			
	0%	0.1%	0.2%	0.3%
INGRESOS				
Huevos producidos (Und)	1172.00	1073.00	1188.00	1095.00
Peso huevos producidos (Kg)	11.97	11.32	12.82	11.56
Precio de huevos (s/.xKg)	10	10	10	10
TOTAL INGRESOS	119.66	113.20	128.19	115.63
EGRESOS				
Alimento consumido (Kg)	53.4	52.07	52.25	51.46
Precio de alimento (s/.x Kg.)	0.91	0.94	0.96	0.90
TOTAL EGRESOS	48.75	48.72	50.08	46.20
INGRESO NETO				
Ganancia por Kg huevo	70.91	64.48	78.10	69.43
Relativo %	100	90.93	110.15	97.92

Costo/Kg dieta basal (s/.) 0.913

Costo/Kg BIOMOS^R (s/.) 22.75

Precios referidos al mes de Octubre del 2013. No incluyen iGV

Fuente: Elaboración propia, 2013

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones como se realizó el experimento se ha llegado a las siguientes:

1. Los mananoligosacáridos en dietas para la codorniz en la etapa final de postura, no afectaron significativamente los parámetros de comportamiento productivo, tales como producción de huevos, porcentaje de postura, masa de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, número de huevos comerciales y mortalidad.
2. A un nivel de inclusión de 0.2% de mananoligosacáridos en la dieta se incrementó significativamente el peso vivo al final del experimento.
3. La mejor retribución económica del alimento se obtuvo con la adición de 0.2% de mananoligosacáridos en la dieta a razón de 10% de incremento en comparación con la dieta control.
4. Aunque no significativamente, pero se observa una mejora en la salud animal al adicionar un nivel de 0.2% de MOS en la dieta, disminuyendo las enfermedades relacionadas al sistema gastrointestinal debido al efecto directo del MOS sobre éste.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes:

1. Se recomienda el uso de mananoligosacáridos en suplementación de dietas para codornices de postura en el nivel de 0.2% por determinarse una mayor retribución económica, dado que al activar el sistema inmune y trabajar directamente sobre el sistema gastrointestinal, mejora la salud animal, con ello un aumento de peso vivo y mejor conversión alimenticia.
2. Evaluar en dietas peletizadas el efecto de la suplementación de los mismos niveles de mananoligosacáridos utilizados en el presente trabajo, sobre los parámetros productivos para codornices japónicas en la etapa inicial de postura, a fin de obtener lograr una persistencia en la curva de postura.
3. Evaluar el efecto de los mananoligosacáridos sobre la calidad del huevo de codorniz.

VII. BIBLIOGRAFIA

AGREDA ,V. 1978. **Estudio preliminar de la crianza de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica* L.) hasta las 8 semanas de edad.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 66 p.

ALARCON J.M. 2004. **Evaluación de cuatro niveles de harina de pescado prime en la dieta de postura de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica* L.).** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 94 p.

ALEJANDRO, M. 2000. **Evaluación de normas nutricionales en el comportamiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica* L).** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 66 p.

ALGUIAR, P. 1998. **Efecto de la iluminación artificial con rayos amarillos y blancos en el rendimiento reproductivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica* L.).** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 66 p.

ALQUATI, 1980. **La codorniz: una posibilidad en el campo de la industria avícola.** Revista Ovonoticias. 4 (22): 22 p.

ALQUATI, 1980. **La codorniz: una posibilidad en el campo de la industria avícola.** Revista Ovonoticias. Año 4. N° 22. Lima. 22 pp.

ARIKI, J. 1997. **Crianza de codornas.** Centro de Producciones Técnicas. Revista TTA. Universidad Nacional de Sao Paolo. Brasil. 55 p.

BISSONI, E. 1993. **Crianza de la Codorniz.** Editorial Albatros. Buenos Aires. 80 p.

BUXADE, C. 1999. **Explotaciones cinegéticas y de avestruces.** Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 333 p.

CALNEK, B. W. 2000. **Enfermedades de las aves**. Editorial El manual moderno. México D.F. 1110 p.

CALZADA, J. 1982. **Métodos estadísticos para la investigación**. 5ª Edición. Editorial Agraria. Lima. 644 p.

CALZADA, J. 1983. **Estadística general con énfasis en muestreo**. 3ª Edición. Editorial Agraria. Lima. 527 p.

CHIA, L.S. 2002. **Evaluación de dos complejos enzimáticos en dietas de postura sobre la reproducción de la codorniz japonesa**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 72 p.

CHUKWU, H. y STANLEY, V. 2000. **Dietary Saccharomyces cervisiae And Mannan Oligosaccharide Reduced the Deleterious Effects of Heat Stress on White Leghorn Laying Hens**. Disponible en www.umes.edu/ard/session2.html Cooperative Agricultural Research Center, Prairie View A&M University, Prairie View, Texas. Revisado en marzo 2003.

CONNOLLY, A. 1997. **Los gerentes de las plantas de alimentos balanceados estan en la mira de la salmonella**. 7ª Ronda Latinoamericana y del Caribe de ALLTECH. ALLTECH Inc. Kentucky. 98 p.

CONNOLLY, A. 2001. **Caso científico para los oligosacáridos mananos como alternativas para los promotores del crecimiento antimicrobianos**. En CD-ROM ALLTECH El futuro del mejoramiento del crecimiento. ALLTECH Inc. Las Vegas.

CONSIDINE, M. 2000. **Broiler breeder performance may be improved with the MOS**. Disponible en www.alltech.com. Ireland. Revisado en marzo 2003.

CUMPA, M. 1999. **Manual de producción de la codorniz ponedora**. Revista universitaria. UNALM. Lima.

- CURIQUEN, E. y GONZALES, H. 2008. **Uso de mananoligosacáridos como una alternativa a los antibióticos**. Disponible en www.agronomia.uchile.cl. Revisado en setiembre 2010.
- CRAGOE, R. y OLSEN, R. 1994. **Effect of BIOMOS on feed consumption and egg production of leghorn breeders**. 10th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Alltech Inc. Minnesota. 51 p.
- DAWSON, K. 1994. **Aplicación con éxito de preparados de cultivos de levadura en la producción animal**. 8th anual European Lecture Tour. ALLTECH Inc. February - March. Kentucky. 93 p.
- DAWSON, K. 1994. **Manipulation of microorganismos in the digestive system: The role of oligosaccharides and diet specific yeast cultures**. Technical Symposium Nutrition. ALLTECH Inc. California. 78 p.
- DE BLAS, C. y MATUS, G. 1989. **Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras**. Editorial Mundiprensa y Editorial Aedos. Barcelona. 263 p.
- DE OLIVEIRA, C., GARCIA MACHADO, M., NUNES, B., MARQUES, C., ALVES, F., 2009. **Dietas com mananoligossacarídeo e níveis reduzidos de cálcio para codornas japonesas**. Rev. Brasil Zootec. 38(11):62-78.
- DEVEGOWDA, G; B. ARAVIND and M. MORTON. 1997. **Immunosuppression in poultry caused by aflatoxins and its alleviation by *saccharomyces cerevisiae* (yea-sacc¹⁰²⁶) and mannanoligosacchrides (mycosorb)**. Revista ALLTECH. Biotechnoly in the Feed Industry. Edited by Lyon and Jacques. Kentucky. 441 p.
- ENSMINGER, M.E. 1983. **Alimentos y nutrición de los animales**. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. 682 p.
- FEEDING TIMES, 1998. **Los oligosacáridos mananos una nueva era en al nutrición**. Vol 3 N° 4.

FERKET, P. 2000. **Mannan oligosaccharides in poultry diets as an alternative to growth promotant antibiotics.** Revista Zootécnica Internacional. USA. 50 p.

FERKET, P.; PARKS, C. Y GRIMES, J. 2001. **Oligosacáridos mananos versus antibióticos para pavos.** Disponible en www.engormix.com/nuevo/prueba/alltech_notas.asp?valor=153. Alltech. Inc. USA. Revisado en marzo 2003.

FINUCANE, M., DAWSON, K.A., SPRING, P. Y NEWMAN K.E. 1999. **Incidencia de adhesinas sensibles a la manosa en las bacterias entéricas.** Alltech Inc. Poult science 78 suppl 1 : 139. (Abstr).

FLICKINGER, E.A. 2003. **Oligosaccharide as functional foods: can we improve gut health.** Illinois. USA. En CD-ROM Nutritional Biotechnology in the feed and food industries "Beyond the tornado". Edited by T.P Lyons and K.A. Jacques. Alltech.

FLICKINGER, E.A. y FAHEY, G.C. 2002. **Pet food and feed application of inulin, oligofruktosa and other oligosaccharides.** Disponible en www.library.vetmed.fu-berlin.de/fb-publikationen/60615.html. Revisado en marzo 2003.

FLORES, R. 2000. **Crianza de la codorniz.** Primera Edición. Editorial PROMDET. Lima. 204 p.

FLORES, J.M. 1998. **Efecto de diferentes niveles de zinc-bacitracina en el rendimiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 41 p.

FUERTES, J.E. 1998. **Evaluación de la pre-muda de la producción de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica* L.)** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 96 p.

GAMBINI, K. 2003. **Evaluación de un promotor de crecimiento en dietas de alevinos de trucha arco iris (*Oncoshychus mykiss*).** Tesis Ingeniero Pesquero. Lima, Perú. UNALM. 100 p.

GARATE, L. 1981. **Ensayo sobre la obtención de alimentos proteico a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae***. Tesis Ingeniero Industrias alimentarias. Lima, Perú. UNALM. 172 p.

GOMEZ-BASOURI, J. 2001. **El papel de las levaduras en la era de suplementos nutracúticas y alimentos funcionales**. 11^a Ronda Latinoamericana de ALLTECH "Un tiempo para respuestas". Kentucky. 93 p.

GUTIERREZ, S.P. 2004. **Evaluación del rendimiento productivo de la codorniz alimentada con diferentes niveles de pasta de algodón en la dieta**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 81 p.

GRIESHOP, C. 2003. **The interaction of nutrition and the immune system: a discussion on the role of energy, protein and oligosaccharides**. En CD-ROM Nutritional Biotechnology in the feed and food industries "Beyond the tornado". Edited by T.P Lyons and K.A. Jacques. Alltech.

HALBMAYER, D. 2000. **Biomos vs. Paciflor performance at an Austrian Cooperative**. Disponible en www.alltech.com. Garant. Revisado en marzo 2003.

HOOGE, D. 2003. **Experimentos con MOS dietéticos sobre pollos parrilleros en jaulas**. En boletín informativo Feedstuffs. 75 (01). Alltech. UTA. 4p.

HUERTA, M. y ORTEGA, M. 2005. **Estrés oxidativo y el uso de antioxidantes en animales domésticos**. *INCI*. 30 (12) pp. 728-734.

HULET, M. 1999. **Comparación de las respuestas de oligosacáridos mananos y antibióticos: efectos sobre el rendimiento de la pava reproductora**. Disponible en www.engormix.com/nuevo/prueba/alltech_notas.asp?valor=153. Alltech inc. Pennsylvania. USA. Revisado en marzo 2003.

Institut National de la Recherche Agronomique. INRA. 1985. **Alimentación de los animales monogástricos**. Mundi - Prensa. Madrid, España. 283p.

ISIQUE J.C. 2001. **Evaluación de diferentes niveles de fósforo en el comportamiento productivo de la codorniz japonesa.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 81 p.

KILLEN; J. 1994. **Oligosacáridos mananos: polímeros naturales que poseen impacto significativo en la microflora gastrointestinal y en el sistema inmune.** Ronda latinoamericana en Biotecnología. ALLTECH. 104 p.

KOCHER, A. 2004. **Revelando los misterios de la pared celular de la levadura y su dignificado en los sistemas de producción animal y seguridad alimentaria.** Re Inventando la Industria de los Alimentos. ALLTECH. 55 p.

KUMPRECHT, I.; ZOBAC, P.; SISKE, V. y SEFTON, A. 1997. **Effects of dietary mannanoligosaccharide level on liveweight and feed efficiency of broilers.** Poult sci 76 (supply 1):32. (Abstr).

LAZARO, R; SERRANO, M.P.; CAPDEVILA, J. 2005. **Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: Codornices.** Curso de Especialización FEDNA. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/producciones_avicolas_alternativas/51-codornices.pdf. Revisado en Agosto 2007.

LEVEAU, J. y BOUIX, M. 2000. **Microbiología industrial, los microorganismos de interés industrial.** Editorial Acibia S.A. Zaragoza. 595 p.

LOPEZ, K.C. 2000. **Efecto de diferentes niveles de energía metabolizable en relación a la densidad de nutrientes en el comportamiento productivo de la codorniz (*coturnix coturnix japónica* L.)** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 98 p.

LYONS, T. P. 1994. **Biotecnología en la industria alimenticia.** Ronda Latinoamericana de biotecnología. ALLTECH Inc. Kentucky. 104 p.

LYONS, T. P. 1997. **Una nueva era en la producción animal, la llegada de alternativas naturales demostradas científicamente.** 7ª Ronda Latinoamericana y del Caribe de biotecnología ALLTECH Inc. 98 p.

LYONS, T. P. 1999. **La búsqueda de nuevas alternativas y nuevas soluciones ¿Cómo construimos una cultura para el cambio dentro de nuestra industria y nuestras empresas para el próximo milenio?.** 9ª Ronda Latinoamericana ALLTECH Inc. 106 p.

LYONS, T. P. 2001. **El Futuro de la producción de alimentos.** 10ª Ronda Latinoamericana de Conferencias el Futuro del Alimento. ALLTECH Inc. 105 p.

LUCOTTE, G. 1990. **La codorniz Cría y Explotación.** Editorial Mundi-Prensa. 2º Edición. Madrid. 108 p.

MANOCHE, E., y DEL VALLE, E. (2006). **Evaluación de alimentos concentrados comerciales y densidad de aves en la producción de huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica* L).** Tesis Escuela de Zootecnia. Universidad de Oriente. Venezuela. Disponible en http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/157/1/TESIS-639.128_M264_LISTA.pdf. Revisado en Agosto 2007.

MARTINEZ, M. 2004. **Efecto de la densidad energética en el performance de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica* L.) en la etapa de postura.** Tesis Mg Sc. Lima, Perú. UNALM. 101 p.

McDONALD, P. 1995. **Nutrición animal.** Editorial Acribia S.A. 5ª Edición. Zaragoza. 553 p.

MALENDOIRO, R. 2001. **Características del Metabolismo de los oligosacáridos usados como ingredientes probióticos.** Zaragoza. Disponible en www.icofma.es/vocalias/alimentación/oligosacáridos1.htm. Revisado en marzo 2003.

MARKMANN, C. 2000. **La levadura de cerveza, un producto natural.** Disponible en <http://www.sexovida.com/medicina%20natural/levadura.htm>. Revisado en marzo 2003.

MATEO, C. 1999. **Efectos comparativos de cromo orgánico, los oligosacáridos mananos y la Bacitracina de zinc sobre el rendimiento y las características de canal en pollos parrilleros.** Poult Sci 51(supple 1):65. (Abstr).

MONZON P. 2003. **Efecto de dos diámetros de peletizado en alimentación restringida sobre el comportamiento productivo de codornices japonesas.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 77 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. **Nutrient Requeriments of japanese quails.** Nathional Academy of Sciences. 9th Edición. Washington, D.C. 68 p.

NORRIS, L. C.; ELMORE L. y BUMP, G. 1936. **The protein requeriment of ring - necked pheasant chicks.** En revista Poult Sci 15 : 454 p. (Abstr).

NORTH, M.O. y BELL, D. 1993. **Manual de Producción Avícola.** Editorial El Manual Moderno S.A. 3ra edición. México D.F. 829 p.

OLSEN, R. 1995. **Mannanoligosaccharides: Experience in commercial turkey production.** Biotechnology in the feed industry. Edited by Lyons and Jacques. ALLTECH Inc. 496 p.

PARK, Y.; KIMA, Ch. y STANLEY, V. 2000a. **Nutritional Benefaction and Alleviation of Aflatoxicosis in Chicken Meat and Eggs By Dietary Supplementation of Mannan Oligosaccharide.** Disponible en www.umes.edu/ard/session2.html Cooperative Agricultural Research Center, Prairie View A&M University, Prairie View, Texas 77446. Revisado en marzo 2003.

PARKS, C.; GRIMES, J.; FERKET, P. y FAIRCHILD, A. 2000b. **The case for mannanoligosaccharide in poultry diets. An alternative to growth promotant antibiotics?.** Biotechnology in the Feed Industry Proceedings of Alltech's 16th annual symposium. Edited by Lyons T.P. and K.A. Jacques. Nottingham University press. England. 515 p.

PEREZ y PEREZ, F. 1974. **Coturnicultura, Tratado de Cría y Explotación Industrial de Codornices**. 2da. Edición Científico - Médica. Madrid. 375 p.

PETTIGREW, J. 2000. **BioMos effects on pig performance a review**. Biotechnology in the feed industry proceeding of ALLTECH's 16th Annual symposium. Edited by Lyons T.P. and K.A. Jacques. Nottingham University press. England. 515 p.

PICHILINGUE, N. 1994. **Uso de probióticos en la marrana y su camada durante el periodo pre parto, lactación y post destete**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 98 p.

QUINTANA, J. 1991. **Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes**. 2° edición. Editorial Trillas. México. 305 p.

REMIGIO, R.I. 2001 **Evaluación de enzimas digestivas en dietas con diferentes niveles de energía metabolizable para codornices japonesa**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 93 p.

REYES, A.H. 1998 Evaluación de tres niveles de proteína en la etapa de postura en la codorniz japonesa (*coturnix coturnix* L.). Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 84 p.

RIVADENEIRA, J. 2009. **Efecto de la utilización de promotores de crecimiento en la cría y levante de codornices**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Escuela superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador. 120 p.

RIVAS, A. 2004. **Efecto de diferentes niveles de calcio en el comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*coturnix coturnix* L.)**. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 75 p.

RODAS, D. 2004. **Proyecto de factibilidad de cria, producción y comercialización de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica* L.), en la provincia de Pichincha**. Tesis Ingeniero en agroempresas. Quito, Ecuador. Universidad de San Francisco de Quito. 127 p.

RODRIGUEZ DA SILVA, N.; COSTAS, R. DE SOUZA, C. y GABRIG, R. 1992. **Codornas: Fabricas de botar ovos.** A laboura Maio/Junho. Rio de Janeiro. pp. 12 – 17.

ROSAS, L.R. 2001. **Efecto de diferentes niveles de L-lisina en el rendimiento productivo de la codorniz japónica en la etapa de postura.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 72 p.

SANTTI, K. 2005. **Efecto de cuatro niveles de orujo seco de cerveza en dietas peletizadas de postura sobre el comportamiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica* L.)** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 81 p.

SAUVEUR, B. 1993. **El huevo para consumo. Bases productivas.** INRD (Instituto de investigaciones avícolas) - Ediciones Mundi Prensa. Barcelona. 401 p.

SAVAGE, T.F. 1996. **The influence of feeding a mannanoligosaccharide on the incidence of ascites in broilers.** Disponible en www.alltech.com . Kentucky. Revisado en marzo 2003.

SCHREZENMEIR, J. y DE VRESE, M. 2004. **Probiotics, prebiotics and synbiotics - approaching a definition.** Disponible en www.nutrociencia.com.br. Revisado en agosto 2007.

SCHAATSMA, G. 2003. **Significance of probiotics, prebiotics and symbiotics to human health.** Disponible en www.danone-institute.be. Revisado en agosto 2007.

SEFTON, A. E. 2000. **Workshop Projectin Animal Health through Nutrition.** En CD-ROM Interfacing disease, nutrition and immunity project team. Alltech.

SHANE, S. 2001. **Mannanoligosaccharide in poultry nutrition: Mechanisms and benefits.** Revista Science and technology in the Feed Industry Proceedings of Alltech's 17th annual symposium. Editado por Lyons, T.P. y Jacques K.A. Nothingham. 419 p.

SHIM, K. 1997. **The nutrition and management of japanese coturnix quail in the tropics.** Disponible en www.shaywood.com/quail/coturn1.htm-8k. Revisado en marzo 2003.

SLAUGH, B. 2003. **Nutrition-specific eggs: and even more perfect food.** En CD-ROM Beyond the tornado-Natural technologies. Editado por Lyons, t. y Jacques, K. Alltech Inc. Pennsylvania. 95 p.

SPRING, P. 1995. **Competitive exclusion of salmonella using bacterial cultures and oligosaccharides.** Biotechnology in the Feed Industry. Edited by Lyons and Jacques. ALLTECH Inc. Kentucky. 496 p.

SPRING, P. 2002. **El papel de los oligosacáridos mananos derivados de la pared celular de levaduras en la nutrición y salud animal.** 12ª Ronda Latinoamericana de ALLTECH "Navegando de Mercados nichos a Mercados globales". ALLTECH Inc. 84 p.

STANIER, R. 1996. **Microbiología.** Editorial Revertis S.A. 2ª edición. Barcelona. 750 p.

STANLEY, V., CHUKWU, H. Y GREAVES, R. 1995. **Interaction of temperature, aflatoxin and Biomos on the performance of broilers chicks.** En publicación European symposium on Poultry nutrition WPSA. Istanbul.

STANLEY, V., PARK, Y., GREYAND, C. y KRUEGER, W. 1997. **Effects of mannanoligosaccharide on aflatoxicosis, serum, liver and egg cholesterol, and egg production in chickens.** Revista International symposium on NON digestible oligosaccharide: Healthy food for the colon?. Texas. 149 p.

STANLEY, V., GRAY, C. y CHUKWU, H. 1999. **Effects of mannanoligosaccharide on liver and egg cholesterol, and tissu protein concentration in chickens.** Poult Sci 75 (suppl 1):61. (Abstr).

STANLEY, V. 2000. **Single and combined effect of dietary protease and mannanoligosaccharide on the performance of laying hens.** Poult Sci 79(suppl 1):62. (Abstr).

TEN-DOESCHATE, R. 1999. **Alternativas para los promotores del crecimiento: Efectos del Biomos y de una mezcla de ácidos versus maxus y un control negativo en pollos parrilleros criados sobre una cama limpia o usada.** Poultry Sci 51 (supply 1):64.

TUESTA K.L. 2003. **Evaluación de cuatro niveles de polvillo de arroz en dietas de postura pelletizadas sobre comportamiento de codornices japonesas.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 80 p.

WAHLQUIST, M. 2002. **Food and nutrition.** Disponible en www.healthyeatingclub.com
Revisada en marzo 2003.

WANG, T. y QUI, R. 2001. **Comparison of Biomos with flavomycin on the effects of broiler growth performance.** Disponible en page www.alltech.com Revisada en marzo 2003.

WOODARD, A. E. H. ABPLANALP, W. O. WILSON and P. VOHRA. 1973. **Japanese Quail Husbandry in the Laboratory (coturnix coturnix japónica)** Department of Avian Sciences University of California Davis. California. 22 p.

YABAR, J. 2002. **Efecto de cuatro niveles de energía metabolizable en el comportamiento Productivo de la codorniz japonesa.** Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 80 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO I : Aporte nutricional y precios de los insumos utilizados en las dietas experimentales

INSUMOS	M.S.	E.M.	P.C.	Fibra	E.E.	Lis.	Met.	Met-Cis	Arg.	Ca	Pd	Na	Colina	Precio*
	%	Mcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	\$/Kg
Maíz	86	3.38	8.80	2.50	3.60	0.24	0.18	0.36	0.46	0.02	0.08	0.01	500	0.17
Torta de soya, 47	90	2.42	47	4.00	1.00	2.96	0.67	1.39	3.48	0.27	0.22	0.02	2730	0.34
Sub. de achote	88	1.60	13	13.00	1.50	0.58	0.17	0.52	1.00	1.00	0.40	0.06	1800	0.08
Hna. De pescado, 63	90	3.18	63	1.00	12.00	4.85	1.78	2.31	3.57	3.86	2.52	0.90	4300	0.48
Carbonato de Calcio	98	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.02	-	-	0.04
Aceite semirefinado	99	8.86	-	-	99	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70
Sal	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.39	-	0.10
DL- metionina	99	5.02	58	-	-	-	99	99	-	-	-	-	-	3.20
Cloruro de colina, 60	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25
Prenix postura (Proapak6)	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.90
Antifúngico (Molzap)	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.73
Antioxidante (Banox)	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.50

Fuente: MDIT-2

* Precios puestos en planta sin incluir IGV. Febrero 2004. Planta de alimentos UNALM.

ANEXO II: Efecto de los MOS sobre la producción de huevos de codorniz (Und)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	56	47	57	57	53	57	51	49	427
	2	48	54	53	49	48	36	27	25	340
	3	45	47	53	56	61	47	51	45	405
Total		149.00	148.00	163.00	162.00	162.00	140.00	129.00	119.00	1172.00
0.1% MOS	1	47	42	49	46	47	47	36	40	354
	2	54	46	59	48	54	49	43	40	393
	3	52	48	43	43	38	33	34	35	326
Total		153.00	136.00	151.00	137.00	139.00	129.00	113.00	115.00	1073.00
0.2% MOS	1	58	67	60	52	47	47	44	34	409
	2	58	69	56	62	38	41	45	45	414
	3	53	55	50	52	52	41	25	37	365
Total		169.00	191.00	166.00	166.00	137.00	129.00	114.00	116.00	1188.00
0.3% MOS	1	50	55	47	47	57	49	49	46	400
	2	42	50	54	47	43	42	43	35	356
	3	53	41	47	37	42	39	42	38	339
Total		145.00	146.00	148.00	131.00	142.00	130.00	134.00	119.00	1095.00

ANEXO III: Efecto de los MOS sobre la producción de huevos de codorniz
(Und/ave/día)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	3.50	2.94	3.80	3.80	3.53	3.80	3.19	3.27	27.83
	2	3.00	3.38	3.79	3.77	4.00	3.60	2.70	2.78	27.01
	3	2.81	2.94	3.31	3.50	3.81	2.94	3.19	3.21	25.71
Promedio		3.10	3.08	3.63	3.69	3.78	3.45	3.03	3.09	26.85
0.1% MOS	1	2.94	2.63	3.06	2.88	3.36	3.62	2.77	3.33	24.58
	2	3.38	2.88	3.93	3.20	3.60	3.27	2.87	3.08	26.19
	3	3.25	3.00	2.69	2.87	2.53	2.20	2.43	2.69	21.66
Promedio		3.19	2.83	3.23	2.98	3.16	3.03	2.69	3.03	24.14
0.2% MOS	1	3.63	4.47	4.29	3.71	3.62	3.62	3.67	3.09	30.08
	2	3.63	4.60	3.73	4.13	2.53	2.93	3.21	3.21	27.98
	3	3.31	3.44	3.13	3.25	3.25	2.56	1.56	2.47	22.97
Promedio		3.52	4.17	3.71	3.70	3.13	3.04	2.81	2.92	27.01
0.3% MOS	1	3.13	3.44	2.94	2.94	3.56	3.27	3.27	3.54	26.07
	2	2.63	3.33	3.60	3.13	2.87	2.80	2.87	2.50	23.73
	3	3.31	2.73	3.36	2.64	3.23	3.00	3.50	3.45	25.23
Promedio		3.02	3.17	3.30	2.90	3.22	3.02	3.21	3.16	25.01

ANEXO III: Efecto de los MOS sobre el porcentaje de postura (%)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	50.00%	41.96%	51.31%	54.29%	50.48%	54.29%	48.57%	46.67%	49.69%
	2	42.86%	48.21%	50.32%	52.75%	57.14%	48.05%	38.57%	39.68%	47.20%
	3	40.18%	41.96%	47.32%	50.00%	54.46%	41.96%	45.54%	43.16%	45.57%
Promedio		44.35%	44.05%	49.65%	52.34%	54.03%	48.10%	44.23%	43.17%	47.29%
0.1% MOS	1	41.96%	37.50%	43.75%	41.07%	46.65%	48.51%	39.56%	47.62%	43.33%
	2	48.21%	41.07%	55.24%	45.71%	51.43%	46.67%	40.95%	39.44%	46.09%
	3	46.43%	42.86%	38.39%	40.60%	36.19%	31.43%	33.81%	36.11%	38.23%
Promedio		45.54%	40.48%	45.79%	42.46%	44.76%	42.20%	38.11%	41.06%	42.55%
0.2% MOS	1	51.79%	60.42%	61.22%	53.06%	51.18%	51.65%	48.81%	41.34%	52.43%
	2	51.79%	64.40%	53.33%	59.05%	36.19%	39.86%	45.92%	45.92%	49.56%
	3	39.29%	49.11%	44.64%	46.43%	46.43%	36.61%	22.32%	34.11%	39.87%
Promedio		47.62%	57.98%	53.07%	52.85%	44.60%	42.71%	39.02%	40.46%	47.49%
0.3% MOS	1	44.64%	49.11%	41.96%	41.96%	50.89%	44.94%	46.67%	47.72%	45.99%
	2	37.50%	46.85%	51.43%	44.76%	40.95%	40.00%	40.95%	35.71%	42.27%
	3	47.32%	37.50%	47.07%	37.76%	45.13%	42.86%	47.80%	49.35%	44.35%
Promedio		43.15%	44.48%	46.82%	41.49%	45.66%	42.60%	45.14%	44.26%	44.20%

ANEXO IV : Efecto de los MOS sobre la masa total de huevos (g)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	555.30	480.03	582.30	573.21	538.20	598.44	516.44	496.20	4340.09
	2	478.71	558.50	539.62	485.06	477.95	378.61	272.68	261.23	3452.36
	3	475.33	480.58	537.31	574.17	623.56	480.20	527.81	469.44	4168.40
Total		1509.34	1519.11	1659.22	1632.44	1639.71	1457.24	1316.94	1226.86	11960.85
0.1% MOS	1	482.49	450.35	515.03	500.05	487.00	503.43	390.39	428.37	3757.11
	2	552.26	476.41	615.65	454.68	562.81	518.39	456.05	429.80	4066.06
	3	539.80	506.25	465.94	222.89	395.84	361.24	363.53	362.55	3218.06
Total		1574.56	1433.02	1596.62	1177.63	1445.65	1383.06	1209.98	1220.73	11041.23
0.2% MOS	1	581.09	684.87	614.47	532.59	476.35	473.14	455.99	335.48	4153.98
	2	612.79	722.87	614.83	671.20	425.87	458.57	511.66	491.03	4508.82
	3	574.38	623.00	561.25	597.77	588.96	475.80	286.13	406.47	4113.76
Total		1768.25	2030.74	1790.55	1801.57	1491.18	1407.51	1253.79	1232.98	12776.56
0.3% MOS	1	512.26	559.65	471.05	511.12	604.62	519.21	497.26	476.58	4151.76
	2	446.38	504.54	554.18	497.34	463.65	453.31	460.51	378.43	3758.35
	3	534.29	427.00	513.30	403.89	464.79	443.22	456.38	417.41	3660.28
Total		1492.94	1491.19	1538.53	1412.35	1533.06	1415.74	1414.16	1272.42	11570.38

ANEXO V : Efecto de los MOS sobre peso promedio de huevo de codorniz (g)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	9.92	10.21	10.22	10.06	10.15	10.50	10.13	10.13	10.16
	2	9.97	10.34	10.18	9.90	9.96	10.52	10.10	10.45	10.18
	3	10.56	10.23	10.14	10.25	10.22	10.22	10.35	10.43	10.30
Promedio		10.15	10.26	10.18	10.07	10.11	10.41	10.19	10.34	10.21
0.1% MOS	1	10.27	10.72	10.51	10.42	10.36	10.71	10.84	10.71	10.57
	2	10.23	10.36	10.43	10.57	10.42	10.58	10.61	10.75	10.49
	3	10.38	10.55	10.84	10.61	10.42	10.95	10.69	10.36	10.60
Promedio		10.29	10.54	10.59	10.54	10.40	10.75	10.71	10.60	10.55
0.2% MOS	1	10.02	10.22	10.24	10.24	10.14	10.07	10.36	9.87	10.14
	2	10.57	10.48	10.98	10.83	11.21	11.18	11.37	10.91	10.94
	3	10.84	11.33	11.23	11.50	11.33	11.60	11.45	10.99	11.28
Promedio		10.48	10.68	10.82	10.85	10.89	10.95	11.06	10.59	10.79
0.3% MOS	1	10.25	10.18	10.02	10.11	10.61	10.60	10.15	10.36	10.28
	2	10.63	10.09	10.26	10.58	10.78	10.79	10.71	10.81	10.58
	3	10.08	10.41	10.92	10.92	11.07	11.36	10.87	10.98	10.83
Promedio		10.32	10.23	10.40	10.53	10.82	10.92	10.57	10.72	10.56

ANEXO VI : Efecto de los MOS sobre el consumo total (g/ semana)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	2228.70	2490.48	2421.28	2260.24	2365.43	2334.55	2431.72	2249.28	18781.68
	2	2265.90	2349.38	2250.01	1948.56	1911.72	1712.55	1548.72	1476.78	15463.61
	3	2227.30	2389.88	2359.06	2428.48	2547.73	2416.55	2431.72	2335.28	19136.00
Total		6721.90	7229.73	7030.36	6637.28	6824.87	6463.65	6412.16	6061.34	53381.29
0.1% MOS	1	2129.80	2247.88	2179.89	2117.68	1930.35	1923.55	1788.72	1786.78	16104.65
	2	2184.40	2503.78	2389.52	2402.92	2435.75	2374.55	2443.72	2095.28	18829.92
	3	2395.20	2399.78	2322.36	2011.73	2181.25	2053.05	1888.72	1912.78	17164.87
Total		6709.40	7151.43	6891.78	6532.33	6547.35	6351.15	6121.16	5794.84	52099.44
0.2% MOS	1	2098.50	2272.68	2035.23	1979.70	1774.48	1852.55	1753.72	1637.78	15404.63
	2	2341.40	1700.17	2334.60	2286.40	2241.16	2171.55	2098.72	2145.78	17319.78
	3	2499.80	2645.98	2524.07	2432.68	2457.26	2327.55	2302.72	2340.28	19530.33
Total		6939.70	6618.82	6893.91	6698.78	6472.89	6351.65	6155.16	6123.84	52254.74
0.3% MOS	1	2255.90	2396.88	2240.79	2184.65	2303.02	2265.05	2248.72	2088.69	17983.70
	2	2034.60	2257.18	2205.94	2198.04	2235.72	2134.55	2023.72	1935.78	17025.53
	3	2076.50	2362.58	2179.58	2211.85	2007.01	1930.05	1958.72	1712.28	16438.57
Total		6367.00	7016.63	6626.32	6594.54	6545.75	6329.65	6231.16	5736.75	51447.79

ANEXO VII : Efecto de los MOS sobre el consumo de alimento diario por ave (g/ ave/ dia)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	19.90	22.24	23.06	21.53	22.53	22.23	21.71	21.42	21.83
	2	20.23	20.98	22.96	21.41	22.76	24.47	22.12	23.44	22.30
	3	19.89	21.34	21.06	21.68	22.75	21.58	21.71	23.83	21.73
Promedio		20.01	21.52	22.36	21.54	22.68	22.76	21.85	22.90	21.95
0.1% MOS	1	19.02	20.07	19.46	18.91	19.70	21.14	19.66	21.27	19.90
	2	19.50	22.36	22.76	22.88	23.20	22.61	23.27	23.03	22.45
	3	21.39	21.43	20.74	19.16	20.77	19.55	19.27	21.02	20.42
Promedio		19.97	21.28	20.99	20.32	21.22	21.10	20.73	21.77	20.92
0.2% MOS	1	18.74	21.64	20.77	20.20	19.50	20.36	20.88	21.27	20.42
	2	20.91	16.19	22.23	21.78	21.34	22.16	21.42	21.90	20.99
	3	22.32	23.62	22.54	21.72	21.94	20.78	20.56	22.29	21.97
Promedio		20.65	20.49	21.85	21.23	20.93	21.10	20.95	21.82	21.13
0.3% MOS	1	20.14	21.40	20.01	19.51	20.56	21.57	21.42	22.95	20.94
	2	18.17	21.50	21.01	20.93	21.29	20.33	19.27	19.75	20.28
	3	18.54	22.50	22.24	22.57	22.06	21.21	23.32	22.24	21.83
Promedio		18.95	21.80	21.09	21.00	21.30	21.04	21.34	21.65	21.02

ANEXO VIII : Efecto de los MOS sobre la conversión alimenticia

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	4.01	5.19	4.16	3.94	4.40	3.90	4.71	4.53	4.36
	2	4.73	4.21	4.17	4.02	4.00	4.52	5.68	5.65	4.62
	3	4.69	4.97	4.39	4.23	4.09	5.03	4.61	4.97	4.62
	Promedio	4.48	4.79	4.24	4.06	4.16	4.49	5.00	5.05	4.53
0.1% MOS	1	4.41	4.99	4.23	4.23	3.96	3.82	4.58	4.17	4.30
	2	3.96	5.26	3.88	5.28	4.33	4.58	5.36	4.87	4.69
	3	4.44	4.74	4.98	9.03	5.51	5.68	5.20	5.28	5.61
	Promedio	4.27	5.00	4.37	6.18	4.60	4.69	5.05	4.77	4.87
0.2% MOS	1	3.61	3.32	3.31	3.72	3.73	3.92	3.85	4.88	3.79
	2	3.82	2.35	3.80	3.41	5.26	4.74	4.10	4.37	3.98
	3	4.35	4.25	4.50	4.07	4.17	4.89	8.05	5.76	5.00
	Promedio	3.93	3.31	3.87	3.73	4.39	4.51	5.33	5.00	4.26
0.3% MOS	1	4.40	4.28	4.76	4.27	3.81	4.36	4.52	4.38	4.35
	2	4.56	4.47	3.98	4.42	4.82	4.71	4.39	5.12	4.56
	3	3.89	5.53	4.25	5.48	4.32	4.35	4.29	4.10	4.53
	Promedio	4.28	4.76	4.33	4.72	4.32	4.48	4.40	4.53	4.48

ANEXO IX : Efecto de los MOS sobre el número de huevos comerciales

(Und.)

Tratam	Repet	Semanas								Acumulado
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0% MOS	1	52	46	54	56	53	52	48	47	408.00
	2	44	52	53	47	47	34	25	21	323.00
	3	42	47	51	56	59	46	49	44	394.00
	Promedio	46.00	48.33	52.67	53.00	53.00	44.00	40.67	37.33	375.00
0.1% MOS	1	44	40	47	42	44	38	31	34	320.00
	2	52	42	58	46	51	45	41	38	373.00
	3	49	47	39	41	35	29	27	31	298.00
	Promedio	48.33	43.00	48.00	43.00	43.33	37.33	33.00	34.33	330.33
0.2% MOS	1	56	66	60	52	45	46	44	32	401.00
	2	56	66	56	58	34	39	41	42	392.00
	3	50	54	49	50	51	35	24	30	343.00
	Promedio	54.00	62.00	55.00	53.33	43.33	40.00	36.33	34.67	378.67
0.3% MOS	1	48	55	44	46	54	46	46	42	381.00
	2	41	48	53	45	42	41	42	34	346.00
	3	48	36	46	36	38	38	42	37	321.00
	Promedio	45.67	46.33	47.67	42.33	44.67	41.67	43.33	37.67	349.33

ANEXO X : Efecto de los MOS sobre el peso vivo (g)

Tratamiento	Repetición	Peso Vivo		Incremento de Peso
		Inicial	Final	
0% MOS	1	210.37	196.67	-13.70
	2	185.83	200.00	14.17
	3	207.73	191.67	-16.07
Promedio		201.31	196.11	-5.20
0.1% MOS	1	221.67	195.00	-26.67
	2	170.70	205.00	34.30
	3	204.50	205.00	0.50
Promedio		198.96	201.67	2.71
0.2% MOS	1	202.73	211.67	8.93
	2	190.73	201.67	10.93
	3	193.23	210.00	16.77
Promedio		195.57	207.78	12.21
0.3% MOS	1	188.00	204.33	16.33
	2	208.33	200.00	-8.33
	3	189.93	213.33	23.40
Promedio		195.42	205.89	10.47

ANEXO XI: Efecto de los MOS sobre la mortalidad (%)

Repeticiones	Nivel de MOS (%)			
	0	0.1	0.2	0.3
	Mortalidad Acumulada (%)			
1	0.52%	2.08%	2.60%	1.56%
2	3.65%	1.56%	1.04%	1.04%
3	1.04%	1.56%	0.52%	2.60%
Promedio	1.74%	1.74%	1.39%	1.74%
Total	5.21%	5.21%	4.17%	5.21%

ANEXO XII : Principales causas de mortalidad durante la fase experimental

PROBLEMA	NIVEL DE MOS (%)			
	0	0.1	0.2	0.3
Prolapso		2		1
Colibacilosis	4	1	5	4
Daño hepático	1	1		
Problema Respiratorio	2	1	1	1
Retención de Huevo	2	1		
Ascitis			1	
Quiste Ovárico			1	2
Peritonitis		1		1
Molleja negra	1	3		1
TOTAL	10	10	8	10

ANEXO XIII : Análisis de variancia de los parámetros evaluados
en base a sus acumulados

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Número de huevos						
Tratamiento	3	3195.3333	1065.1111	0.870	0.496	N.S.
Error	8	9793.3333	1224.1667			
Total	11	12988.6667				
Porcentaje de Postura						
Tratamiento	3	0.00530479	0.00176826	1.04	0.426	N.S.
Error	8	0.01361263	0.00170158			
Total	11	0.01891742				
Masa de huevos Total						
Tratamiento	3	0.52542500	0.17514167	1.34	0.3289	N.S.
Error	8	1.04766667	0.13095833			
Total	11	1.57309167				
Peso Prom de huevos						
Tratamiento	3	0.50342500	0.16780833	1.57	0.271	N.S.
Error	8	0.85466667	0.10683333			
Total	11	1.35809167				
Consumo alimento total						
Tratamiento	3	645091.667	215030.556	0.08	0.970	N.S.
Error	8	21769800.000	2721225.000			
Total	11	22414891.667				
Consumo de alimento g/ave/dia						
Tratamiento	3	2.01283333	0.67094444	0.86	0.5009	N.S.
Error	8	6.25586667	0.78198333			
Total	11	8.2687				
Conversión alimentaria						
Tratamiento	3	0.57149167	0.19049722	0.84	0.5109	N.S.
Error	8	1.8226	0.227825			
Total	11	2.39409167				

	FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Mortalidad							
Tratamiento		3	0.0007166	0.00023886	0.14	0.936	N.S.
Error		8	0.0140443	0.00175554			
Total		11	0.0147609				
Peso vivo final (g)							
Tratamiento		3	240.9260	80.3087	2.550	0.129	N.S.
Error		8	251.6978	31.4622			
Total		11	492.6238				
Número de huevos comerciales							
Tratamiento		3	4668.6667	1556.2222	1.14	0.389	N.S.
Error		8	10892.0000	1361.5000			
Total		11	15560.6667				

ANEXO XIV : ANVA SEMANAL DE LOS PARAMETROS EVALUADOS										
ANVA DEL NUMERO DE HUEVOS										
FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	36.88	198.52	26.00	102.88	44.22	9.55	37.44	1.42	1065.111
Error	8	21.50	33.33	28.08	23.00	57.00	56.17	88.91	59.58	1224.167
TOTAL	11									
C.V.		9.030	11.160	10.130	9.660	15.620	17.030	23.090	19.750	
ANVA DEL PORCENTAJE DE POSTURA										
FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	0.0011	0.01812	0.0097	0.0115	0.0063	0.0024	0.0042	0.001	0.001768
Error	8	0.0029	0.0031	0.0043	0.0016	0.004	0.005	0.0074	0.0036	0.001702
TOTAL	11									
C.V.		7.307	7.400	8.466	5.354	8.321	9.801	12.282	8.456	
ANVA DE LA MASA DE HUEVO										
FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	4900	24363.9	3655.6	24875	2163.9	366.67	2719.4	230.56	0.1751
Error	8	1433.3	2450	2200	8258.3	6150	5433.3	9541.7	6725	0.1309
TOTAL	11									
C.V.		7.166	9.180	8.554	18.145	15.402	15.628	22.498	19.800	
ANVA DEL PESO PROMEDIO DE HUEVO										
FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	0.0538	0.1439	0.2214	0.3146	0.4067	0.1810	0.3852	0.0775	0.16781
Error	8	0.0967	0.1004	0.1328	0.1509	0.1257	0.2112	0.1361	0.1428	0.10683
TOTAL	11									
C.V.		3.016	3.039	3.471	3.700	3.358	4.272	3.468	3.578	

ANVA DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	18661	24578	9535.3	1641.4	8050.4	1225.08	5625.639	12271.0	215030.6
Error	8	18699.0	63521	20164	38461.2	79245.7	72314.8	121142.5	103747.4	2721255.0
TOTAL	11									
C.V.		6.137	10.795	6.210	8.893	12.800	12.657	16.761	16.298	

ANVA DEL CONSUMO DE ALIMENTO GR/AVE/DIA

FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									TOTAL
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	1.4913	0.9625	1.2745	0.8108	1.8319	2.12228	0.714253	1.00796	0.670944
Error	8	1.489	4.2306	1.5448	2.0272	1.3532	1.48363	2.303708	1.4906	0.781983
TOTAL	11									
C.V.		6.1331	9.669	5.7622	6.7724	5.4021	5.66555	7.153516	5.54095	

ANVA DE LA CONVERSION ALIMENTICIA

FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES									Total
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Tratamiento	3	0.157	1.817	0.1541	3.5282	0.0987	0.0317	0.461189	0.16927	0.190497
Error	8	0.126	0.4221	0.2118	1.7335	0.3937	0.37736	1.520792	0.3514	0.227825
TOTAL	11									
C.V.		8.3726	14.556	10.956	28.163	14.369	13.5258	24.9384	12.2477	

ANVA DEL PESO VIVO FINAL

FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES	
	GL	Inicial Final
Tratamiento	3	24.324 80.309
Error	8	255.00 31.462
TOTAL	11	
C.V.		8.073 2.765

ANVA DEL NUMERO DE HUEVOS COMERCIALES

FV	CUADRADOS MEDIOS SEMANALES								TOTAL	
	GL	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma		8va
Tratamiento	3	44.556	209.194	38.778	110.527	64.972	23.638	62.889	9.111	0.1905
Error	8	18.167	40.917	36.667	20.416	61.000	48.916	89.500	68.083	0.22783
TOTAL	11									
C.V.		3.788	12.815	11.912	9.430	16.948	17.163	24.679	22.922	

ANEXO XV: PRUEBA ESTADISTICA DUNCAN SEMANAL
A LOS PARAMETROS EVALUADOS

NUMERO DE HUEVOS

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	49.67a	51.00a	56.33a	48.33a
2	49.33b	45.33b	63.67a	48.67b
3	54.33a	50.33a	55.33a	49.33a
4	54.00ab	45.67bc	55.33a	43.67c
5	54.00a	46.33a	45.67a	47.33a
6	46.67a	43.00a	43.00a	43.33a
7	43.00a	37.67a	38.00a	44.67a
8	39.67a	38.33a	38.67a	39.67a
TOTAL	1172a	1073a	1198a	1095a

MASA DE HUEVO

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	506.67b	523.33ab	586.67a	496.67b
2	506.67b	480.00b	673.33a	496.67b
3	553.33a	536.67a	593.33a	510.00a
4	543.33ab	390.00b	600.00a	470.00ab
5	546.67a	483.33a	500.00a	506.67a
6	486.67a	460.00a	470.00a	470.00a
7	440.00a	403.33a	420.00a	473.33a
8	410.00a	406.67a	413.33a	426.67a
TOTAL	11960a	11041a	12776a	11570a

PORCENTAJE DE POSTURA

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	44.35a	45.54a	47.62a	43.15a
2	44.05b	40.48b	57.98a	44.48b
3	49.65a	45.79a	53.07a	46.82a
4	52.34a	42.46b	52.85a	41.49b
5	54.03a	44.76a	44.60a	45.66a
6	48.10a	42.20a	42.71a	42.60a
7	44.23a	38.11a	39.02a	45.14a
8	43.17a	41.06a	40.46a	44.26a
TOTAL	47.29a	42.55a	47.49a	44.20a

CONSUMO DE ALIMENTO GR/ AVE/DIA

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	20.01a	19.97a	20.65a	18.95a
2	21.52a	21.28a	20.49a	21.80a
3	22.36a	20.99a	21.85a	21.09a
4	21.54a	20.32a	21.23a	21.00a
5	22.68a	21.22a	20.93a	21.30a
6	22.76a	21.10a	21.10a	21.04a
7	21.85a	20.73a	20.95a	21.34a
8	22.90a	21.77a	21.82a	21.65a
TOTAL	21.95a	20.92a	21.13a	21.02a

PESO PROMEDIO DE HUEVOS

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	10.15a	10.293a	10.47a	10.32a
2	10.26a	10.54a	10.68a	10.23a
3	10.18a	10.59a	10.82a	10.40a
4	10.07b	10.53ab	10.86a	10.54ab
5	10.11b	10.40ab	10.89a	10.82a
6	10.41a	10.75a	10.95a	10.92a
7	10.14b	10.71ab	11.06a	10.58ab
8	10.34a	10.61a	10.59a	10.72a
TOTAL	10.21a	10.55a	10.79a	10.56a

CONVERSION ALIMENTARIA

SEMANA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	4.48a	4.27a	3.93a	4.28a
2	4.79a	5.00a	3.31b	4.76a
3	4.24a	4.37a	3.87a	4.33a
4	4.06a	6.18a	3.73a	4.72a
5	4.16a	4.6a	4.39a	4.32a
6	4.49a	4.69a	4.51a	4.48a
7	5.00a	5.05a	5.33a	4.40a
8	5.05a	4.77a	5.00a	4.53a
TOTAL	4.53a	4.87a	4.26a	4.48a