

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la gran importancia del omega 3, organizaciones mundiales empezaron a emitir opiniones y recomendaciones para la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados en relación a saturados. En este punto la industria del huevo se aprovechó de la coyuntura y empezó con investigaciones específicas para incorporar ácidos grasos  $\omega$ -3 en el huevo. La relación de ácidos grasos  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3 es importante, siendo que debería de reducirse a una tasa de menos de 4:1 (Mann. 2002).

Según Flores (2002) el requerimiento mínimo de ácidos grasos omega 3 para el organismo humano es de 1 gr. Día, y la alimentación recibida diariamente solo aporta con 0,2 gr, provocando un déficit en la alimentación, lo que desencadena en la presencia de problemas de enfermedades de tipo inflamatorio.

Una solución a esto puede ser el aumento del valor nutricional del huevo de codorniz dándole un valor agregado, es decir incrementar los niveles de omega 3, esto es posible mediante la utilización de la semilla de linaza en la alimentación, debido a que la linaza tiene alrededor de 40 % de lípidos, 30 % de fibra dietética y 20 % de proteínas y lo más importante que es fuente de ácidos grasos omega 3, especialmente el alfa linolénico (ALA) que puede constituir hasta el 52 % del total de ácidos grasos.

Al considerar a la linaza como una de las principales fuentes de ácidos grasos omega 3, se la puede incluir en la ración diaria de la alimentación de las codornices, con el fin de mejorar la relación entre ácidos grasos omega 6 y omega 3.

Esta investigación se realizó en la localidad de San Felipe, ciudad de Latacunga, en la granja CORD-ALE donde se evaluaron cuatro niveles de linaza en la alimentación de codornices, con el fin de ver su efecto sobre los ácidos grasos omega 3 en el huevo, además considerando que la explotación de codornices orientada hacia la producción de huevos y carne constituye un aspecto de gran interés cuyo porvenir ofrece perspectivas tan importantes e incluso económicas, como lo ofrece la explotación de aves de postura, y aún más si se le da un valor agregado al producto.

Por lo tanto fue de interés, enfocar mediante el presente proyecto que la crianza de codornices permite incrementar los beneficios económicos ya que genera un producto con alto valor proteico y lo más importante de darle un valor agregado como son los huevos con omega 3, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la inclusión de linaza sobre la concentración de omega 3 y la producción de huevos en codornices.
- Determinar la relación entre los ácidos grasos omega 6 a omega 3 en las fases de producción de pre-pico, pico y pos-pico.
- Determinar el tratamiento más económico.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta, A. 2005. Productividad De la Codorniz. [En línea]. Consultado 13 may. 2009. Disponible en <http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.geocities.com/stipa.geo/blog/postura.jpg&imgrefurl=http://codornices.blogspot.com/2005/01/productividad-de-la-codorniz.htm>
- Betancourt *et al.* 2007. **Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante suplementación con semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en la dieta.** Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20(4): 607
- Caballero, L. 2009. Contenido de yodo en huevos: una importante fuente de minerales, vitaminas y ácidos grasos omega 3. [En línea]. Venezuela. Consultado 15 jul. 2009. Disponible en <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/1321/1/Contenido-de-yodo-en-huevos-una-importante-fuente-de-minerales-vitaminas-y-acidos-grasos-omega-3.htm>
- Dolz, S. 1996. Utilización de grasas y subproductos lipidicos en monogastricos. XII curso de especialización fedna. [En línea]. Consultado 15 jul. 2009. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capituloII.pdf>

- Figuerola, F, Muñoz, O, Estévez, A. 2008. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. Agro Sur. [en línea]. Chile. Consultado 18 jul. 2010. Disponible en <http://www.linaza.es/agro-sur-investigando-el-uso-de-la-linaza-molida-//>
- González, W. 1990. Alimentación animal. 1 ed. Editorial América. Venezuela. Pag. 32 – 38
- Grupo Cardinal.2010. Triple omega 3. [En línea]. Consultado 26 jun. 2010. Disponible en [http://www.tripleomega3.es/castellano/importancia\\_de\\_las\\_grasas.htm](http://www.tripleomega3.es/castellano/importancia_de_las_grasas.htm)
- Guzmán, P. 1984. Explotación de la Codorniz en la Provincia del Guayas: Avicultura Ecuatoriana. no. 7: 11-13.
- Lázaro, R, Serrano, M, Capdevila, J. 2005. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria codornices. FEDNA. [en línea]. Madrid. Consultado 25 may. 2009. Disponible en [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP\\_13.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_13.pdf)
- Leeson, S, Summers, D, Sonzalo, J. 2000. Nutrición Aviar Comercial. 1ed. Bogotá. Pag. 125 - 145

- Mann, H. 2002, El Huevo en la alimentación humana, IX Seminario Internacional de Avicultura, Ecuador. Pag. 12 – 15
- Mateos, G, Rebollar, P, Medel, P. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Madrid. Pag. 85 – 93
- Morris, D. 2005. Linaza una elección inteligente. [En línea]. Consultado 30 jun. 2010. Disponible en <http://www.aperderpeso.com/propiedades-de-la-linaza-para-adelgazar/>
- Padilla, F. 2007. Crianza de Gallinas y Codornices: Producción de Huevos. 1 ed. Perú. Macro EIRL. 104 p.
- Rodriguez, S. 2002. Evaluación de dos dietas alimenticias comerciales y una dieta alternativa en la producción de carnes y huevos de codorniz (*coturnix coturnix*). Tesis Ing. Agr. Ecuador. 105 p.

## **VI. CONCLUSIONES**

- La inclusión de linaza en la alimentación de las codornices tiene un efecto positivo sobre la concentración de los ácidos grasos omega 3, ya que permite un incremento de dichos ácidos conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, y en relación a los ácidos omega 6 presentó un efecto positivo, ya que conforme aumenta la inclusión de linaza tiende a disminuir el omega 6.
- En relación al peso de la codorniz, la linaza actuó como un reductor de peso debido a su fuente de fibra que permite favorecer los procesos digestivos, mientras que en la producción de huevos, la adición de linaza en la alimentación disminuye la producción de huevos conforme se incrementa el nivel de linaza.
- Al tener un efecto positivo la inclusión de linaza, permitió mejorar la relación de ácidos grasos omega 6 a omega 3, donde el testigo presentó una relación de 2.5 a 1, y con la inclusión de 10%, 15% y 20% tuvo una relación de 1 a 2, 1 a 4 y 1 a 4 respectivamente.
- El tratamiento que presentó la mejor opción económica constituyó el suministro de la linaza al 10%, con un incremento del costo variable de 30.55\$ y un incremento del beneficio neto del 92.65\$, por lo tanto por cada dólar invertido se presentó un retorno de 3.03\$.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

## 1.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. Ubicación Política.

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Localidad: San Felipe

### 1.1.2. Ubicación Geográfica



Fuente: Google Maps. 2009

**FIGURA 2: Foto Satelital de Latacunga (San Felipe)**

### 1.1.3. Ubicación Ecológica

<b>Altitud:</b>	2760 m
<b>Latitud:</b>	2°34'12" Sur
<b>Longitud:</b>	67°23'32" Oeste
<b>Temperatura promedio:</b>	14.63 °C
<b>Luminosidad:</b>	12 horas luz
<b>Precipitación</b>	600 a 700 mm/año
<b>Humedad relativa:</b>	65 %

Fuente: Cord-ale. 2009

## 1.2. MATERIALES

### 1.2.1. Materia Prima

- 480 Codornices de 45 días de edad
- Balanceado comercial
- Semilla de linaza molida

### 1.2.2. Materiales de Campo

#### a. Infraestructura

- Sistema de jaulas en piso suspendido (48 Jaulas con capacidad para 10 aves cada una)
- Galpón
- Desinfectante stock



- Complejo multivitaminico
- Termómetro ambiental
- Equipo de disección
- Timmer eléctrico

### **c. Medición de variables de rendimiento**

- Bandejas para toma de muestras y envío a laboratorio
- Balanza
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil

## **1.3. MÉTODOS**

### **1.3.1. Diseño Experimental**

#### **1.3.1.1. Factores a probar**

En esta investigación se consideró un factor en estudio, el cual constituyó de los Niveles de ácidos grasos en el huevo: omega 3

#### **1.3.1.2. Tratamientos a comparar**

Los tratamientos en la etapa de producción de huevos comprendida entre el día 45 y el 191, fueron:

- Tratamiento 1: Balanceado comercial más 10% de linaza por ave
- Tratamiento 2: Balanceado comercial más 15% de linaza por ave
- Tratamiento 3: Balanceado comercial más 20% de linaza por ave
- Tratamiento 4: Testigo, balanceado balanceado comercial

### **1.3.1.3. Tipo de diseño**

La investigación se dispuso en un Diseño completamente al azar (DCA) debido a la homogeneidad del ambiente y manejo.

### **1.3.1.4. Repeticiones o bloques**

Se dispuso seis repeticiones para cada tratamiento en las tres etapas que fueron evaluadas

### **1.3.1.5. Características de las UE**

El número total de unidades experimentales fue de 20 codornices de 45 días de edad, las mismas que se alojaron en jaulas de tipo piramidal que constaron de dos lados (A y B) y son de cuatro pisos, como se muestra en la figura 3, además cada piso posee 25 jaulas, cuyas dimensiones de cada jaula son de 20 cm de alto por 30cm de profundidad y 45cm de frente. Y cuentan con un comedero plástico y con un bebedero de copa.

Para la investigación se ocupó 48 jaulas, alojando a 10 aves cada jaula, 24 jaulas fueron del piso 2 lado A, y las otras 24 jaulas correspondieron al piso 3 lado A, como se muestra en el figura 4.

Mientras que en la figura 5, se muestra la distribución de los tratamientos en cada jaula y piso con su respectiva repetición.



# JAULAS	1y2	3y4	5y6	7y8	9y10	11y12	13y14	15y16	17y18	19y20	21y22	23y24
P2 A	T2R4	Test	T2R2	T2R1	T1R5	T2R6	T3R2	test	T2R3	test	T1R4	T3R5

# JAULAS	1y2	3y4	5y6	7y8	9y10	11y12	13y14	15y16	17y18	19y20	21y22	23y24
P3 A	T2R5	T3R6	Test	T3R4	T3R1	T1R6	T3R3	T1R2	Test	T1R3	Test	T1R1

**FIGURA 5: Distribución de los tratamientos en las jaulas**

### 1.3.2. Análisis Estadístico

#### 1.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

<b>F de V</b>	<b>gl</b>
<b>Total</b>	23
<b>Tratamientos</b>	(3)
<b>Linaza Lineal</b>	1
<b>Linaza</b>	
<b>Cuadrático</b>	1
<b>Test vs Resto</b>	1
<b>Error</b>	20

#### 1.3.2.2. Coeficiente de variación

$$CV\% = \frac{\sqrt{CME}}{X} * 100$$

En donde:

CV= Coeficiente de variación

CME= cuadrado medio del error

X= media

### **1.3.2.3. Análisis funcional**

Se realizó la prueba de Duncan al 5% para tratamientos y polinomios ortogonales para linaza

### **1.3.2.4. Regresiones y correlaciones**

Regresiones y correlaciones de los niveles de linaza con cada una de las variables en estudio

### **1.3.3. Análisis Económico**

Se realizó el análisis de presupuesto parcial según Perrín *et al* (1976). Para lo cual se tomó el número de huevos totales por postura de cada uno de los tratamientos en estudio y se multiplicó por el valor en el mercado, obteniendo el beneficio bruto.

Por otro lado se obtuvo el costo variable que correspondió a la alimentación de las codornices. De la diferencia de los beneficios brutos menos los costos variables, se obtuvo el beneficio neto.

Colocando los beneficios netos, en orden decreciente acompañado de sus costos variables se efectuó el análisis de dominancia donde, tratamiento dominado es aquel

que con igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable. Definiendo de esta manera cuales son los tratamientos no dominados.

Con los tratamientos no dominados se procedió a establecer el análisis marginal determinando para cada uno de estos tratamientos la tasa interna de retorno marginal que permitió seleccionar los tratamientos más eficientes económicamente.

#### **1.3.4. Variables a Medir**

- **Peso del ave:** El registro de pesos se inicio a los 45 días de edad, y se lo llevo a cabo semanalmente y durante todas las fases de producción (Pre pico, Pico y pos pico). hasta el final de la investigación.
- **Número de huevos por semana:** para la variable en estudio se realizó con la ayuda de registros de postura llevados en el galpón, donde los datos fueron tomados diariamente, para posterior obtener una media semanal de huevos durante las fases de producción de Pre-pico, Pico y Pos-pico
- **Peso del Huevo:** se tomó el peso de los huevos por tratamiento, para luego obtener una media del peso del huevo, estos datos fueron tomados semanalmente y durante todas las fases de producción (Pre pico, Pico y pos pico). para la cual se utilizará una balanza de reloj.



- Concentración de ácidos grasos omega 3 y 6: para evaluar la concentración de ácidos grasos, se procedió a tomar 4 muestras (huevos) de cada UE. Se tomaron muestras completamente al azar en un total de 24 muestras por tratamiento.

Para la evaluación y análisis de ácidos grasos se tomó las muestras a los 14, 21 y 28 días, desde el inicio de la alimentación de cada fase de producción (pre pico, pico y pos pico)

Las muestras tomadas fueron enviadas al laboratorio para su análisis, el cual nos permitió caracterizar y conocer si existe aumento o no en la concentración de ácidos grasos omega 3 y 6 en relación al testigo.

### **1.3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento**

Se utilizaron cuatro dosis de inclusión de linaza (0, 10, 15 y 20 %) en el alimento de consumo, donde se evaluó en codornices desde los 45 días de edad, y durante las tres fases de producción como se muestra en el cuadro 11.

**CUADRO 11: Fases de producción de la codorniz**

<b>fase de producción</b>	<b>tiempo (días)</b>
Pre Pico	45 - 103
Pico	104 - 162
Pos Pico	163 en adelante

Fuente: Arrieta. 2005

A partir de los 45 días de edad (Pre Pico) se inició la inclusión de las diferentes dosis de linaza en el alimento balanceado, y la recolección de las muestras para el análisis se lo realizó a los días 14, 21 y 28. Desde el día 29 y por 30 días seguidos se suministró alimento sin inclusión de linaza, fase de descanso, donde posterior a los 30 días a esta fase se empezó con la fase de Pico, y finalmente con la fase de Pos Pico, como se muestra en el cuadro 2.

**CUADRO 12: Cronograma de alimentación y recolección de muestras**

<b>Fase</b>	<b>Edad aves (días)</b>	<b>Suministro alimenticio</b>	<b>recolección de muestras (días)</b>
Pre Pico	45 – 73	inclusión de linaza 0, 10, 15 y 20%	59, 66, 73
Descanso	74 – 103	sin inclusión de linaza	
Pico	104 – 132	inclusión de linaza 0, 10, 15 y 20%	118, 125, 132
Descanso	133 – 162	sin inclusión de linaza	
Pos Pico	163 – 191	inclusión de linaza 0, 10, 15 y 20%	177, 184, 191

Fuente: Toapanta 2009

Al trabajar con aves de 45 días de edad ya no se necesitó de una fuente de calor externo, siendo el clima el factor a controlar mediante el uso de cortinas, el manejo de luz se realizó en programas controlados por un timmer eléctrico, de esta manera se dotó luz de 5 pm a 9pm y 5am a 8am.

La metodología para la evaluación de los ácidos grasos omega 3 y 6 se realizó con el suministro de alimento adicionando la semilla de linaza molida, la misma que presentó una concentración diferente en función del tratamiento. El mismo que fue suministrado en dos raciones alimenticias diarias, la primera fue a las 8am con una cantidad de 15g / ave, y la segunda ración se dio a las 4pm con una cantidad de 15g / ave, dando un total de 30g ave / día.

Las 24 muestras recogidas al azar y por tratamiento fueron selladas, etiquetadas y envasadas debidamente, y se analizaron en el laboratorio Avilés & Vélez AVVE Laboratorios de Análisis de Alimentos S.A. Para determinar los valores de los niveles de ácidos grasos trans, con cuyos resultados se determinó el efecto de inclusión de linaza sobre los ácidos grasos en el huevo

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el uso de linaza al 10% para la obtención de huevos enriquecidos con omega 3, debido a que no afecta significativamente a los parámetros productivos, en relación al testigo (linaza al 0%).
- Se recomienda el uso de la linaza para la obtención de huevos enriquecidos, debido a su alto contenido de omega 3.

- Se recomienda el uso de la linaza como materia prima, para un aporte ácidos grasos omega 3 en el proceso de elaboración del balanceado, y no como adición extra, ya que puede disminuir la utilización de otras materias primas, debido al gran potencial nutricional de la linaza.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. PRE-PICO**

#### **4.1.1. Peso de la Codorniz (g)**

Al establecer el análisis de varianza en cuatro evaluaciones semanales para peso corporal promedio (g) de codornices *Coturnix coturnix* en pre-pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 13) no se encontró diferencias estadísticas para

tratamientos, así como en linaza lineal, cuadrático y testigo versus resto. A excepción de la comparación testigo versus resto en la segunda semana que se diferencia a nivel del 1%.

**CUADRO 13: Análisis de Variancia en base de niveles de linaza para el peso promedio (g) de codorniz en Pre-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	1,26 ns	6,11 ns	12,81 ns	15,16 ns
Linaza Lineal	1	0,75 ns	0,08 ns	16,33 ns	12,00 ns
Linaza Cuadrático	1	0,69 ns	0,25 ns	16,00 ns	9,00 ns
Test vs Resto	1	2,34 ns	18,00 *	6,12 ns	24,50 ns
Error	20	9,20	3,75	11,30	10,35
$\bar{X}$ (g)		157,79	170,17	180,13	180,75
CV(%)		1,92	1,13	1,86	1,77

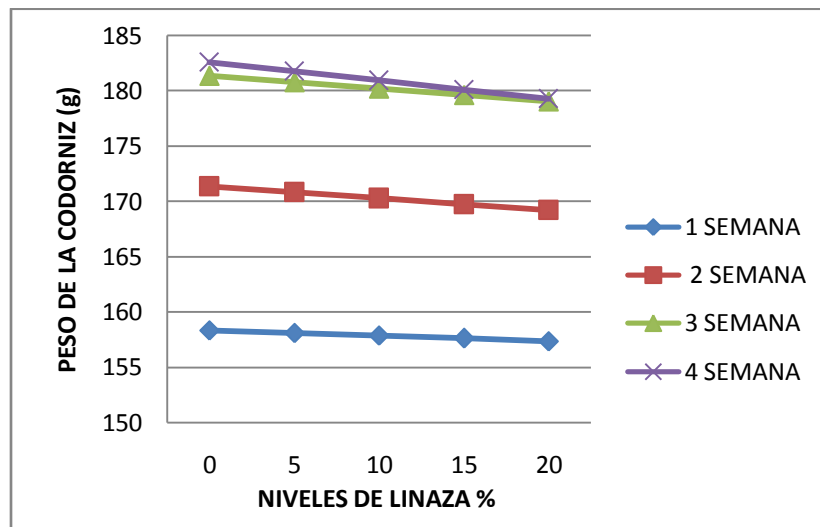
En el Cuadro 13 se puede observar que los promedios generales fueron de 157,79g, 170,17g, 180,13g y 180,75g, para la primera, segunda, tercera y cuarta semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 1,13% a 1,92%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

En el Cuadro 14, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso corporal de codornices *Coturnix coturnix*. Sin embargo que no presentaron diferencias estadísticas, el mayor peso se presentó dentro del testigo en la primera, segunda y cuarta semana de evaluación. Mientras que en la tercera semana el peso fue el mismo en testigo y linaza al 15%

**CUADRO 14: Efecto de los tratamientos en base de niveles de linaza sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pre-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
T1 10% linaza	158,00	169,83	180,33	180,66
T2 15% linaza	157,33	169,50	181,00	181,16
T3 20% linaza	157,50	169,66	178,00	178,66
T4 Testigo	158,33	171,66	181,00	182,50

Como se puede apreciar en la figura 6, el mejor tratamiento en las cuatro evaluaciones fue el testigo (0% de linaza), los mayores pesos se encontraron en la cuarta semana, donde el nivel de linaza al 20% presenta menor peso. Ya que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,1661g del peso de la codorniz. Los niveles de 10%,15% y 20% de linaza tienen menor peso en relación al testigo debido a que según Morris (2005) la linaza contiene mayor cantidad de fibra que cualquier otro cereal y por ello es muy aconsejable en dietas para la reducción de peso, para reducir el colesterol y prevenir el estreñimiento.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 6: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pre-pico**

**4.1.2. Número de Huevos/Semana**

Al establecer el análisis de varianza en cuatro evaluaciones para el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix* en pre-pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 15) no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, así como en linaza lineal, cuadrático y testigo versus resto en la primera y segunda evaluación, mientras que, en la tercera y cuarta semana se encontró diferencias estadísticas en tratamientos y testigo versus resto al nivel del 1%, y linaza lineal a nivel del 5% únicamente en la cuarta semana.

**CUADRO 15: Análisis de Variancia bajo el efecto de tratamientos en base de linaza para el número de huevos/semana de codorniz en Pre-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	8,94 ns	21,15 ns	130,22 **	133,81 **
Linaza Lineal	1	21,33 ns	30,08 ns	48,00 ns	48,00 *
Linaza Cuadratico	1	1,00 ns	0,02 ns	21,77 ns	11,11 ns
Test vs Resto	1	4,50 ns	33,34 ns	329,88 **	342,34 **
Error	20	7,75	49,75	19,86	10,60
(número)		7,58	20,13	38,00	45,63
CV(%)		36,71	35,05	11,72	7,13

En el Cuadro 15 se puede observar que los promedios generales fueron de 7,58, 20,13, 38 y 45,63 huevos, para la primera, segunda, tercera y cuarta semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 7,13% a 36,71%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

En el Cuadro 16, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix*. Donde en la primera semana el tratamiento de linaza al 10% presentó el mayor promedio de huevos semanales, pero en la segunda, tercera y cuarta semana el testigo es quien presenta mayor promedio de huevos, seguido del nivel de linaza al 10%, debido al cambio físico del alimento al momento de la adición de linaza.

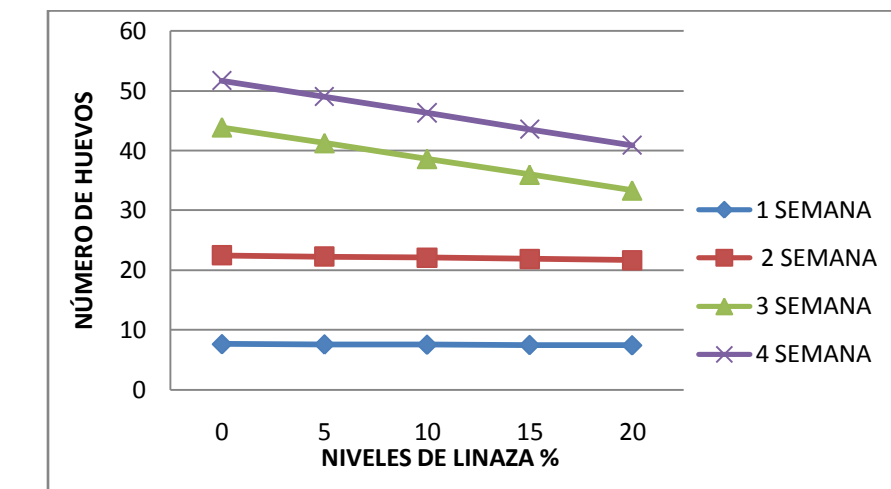
**CUADRO 16: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de tratamientos en base de linaza sobre el número de huevos/semana de codorniz en Pre-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
T1 10% linaza	9,33	21,00	38,66 b	46,00 b
T2 15% linaza	7,50	19,50	34,33 b	42,33 b
T3 20% linaza	6,66	17,83	34,66 b	42,00 b
T4 Testigo	6,83	22,16	44,33 a	52,16 a

En la figura 7 se puede apreciar que el mejor tratamiento para el número de huevos /semana en base de linaza en pre-pico, fue el testigo (0% de linaza), donde la mayor



cantidad de huevos se contabilizó en la cuarta semana, presentando una menor cantidad de huevos el nivel de linaza al 20%, donde que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,5397 del número de huevos, debido a que según Flores (2000) y Morris (2005) al presentar un cambio alimenticio en la dieta diaria, esto se ve afectando a la producción de huevos, además que la linaza actúa como saciante por su contenido de fibra que dan la sensación de plenitud provocando un consumo menor de alimento.



Fuente:Toapanta. 2010

**FIGURA 7. Efecto de los tratamientos en base de niveles de linaza sobre el número de huevos/semana de codorniz en Pre-pico**

#### **4.1.3 Peso del Huevo (g)**

En el Cuadro 17 se presenta información sobre el análisis de variancia para el peso promedio de huevos de codorniz en cada una de las evaluaciones, no se encontró

diferencias estadísticas para linaza lineal y linaza cuadrático en las cuatro evaluaciones, mientras que, en tratamientos y testigo versus resto, se encontraron diferencias estadísticas a nivel del 1% y 5% respectivamente, en la cuarta semana de evaluación.

**CUADRO 17: Análisis de Variancia bajo el efecto de niveles de linaza para el peso del huevo de codorniz en Pre-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	0,36 ns	0,47 ns	0,16 ns	0,52 *
Linaza Lineal	1	0,03 ns	0,57 ns	0,001 ns	0,20 ns
Linaza Cuadrático	1	0,99 ns	0,37 ns	0,26 ns	0,02 ns
Test vs Resto	1	0,06 ns	0,48 ns	0,21 ns	1,34 **
Error	20	0,82	0,33	0,13	0,10
$\bar{X}$ (g)		10,89	10,97	11,07	11,19
CV(%)		8,35	5,25	3,34	2,93

En el Cuadro 17 se puede observar que los promedios generales del peso promedio de los huevos de codorniz en pre- pico fueron de 10,89g, 10,97g, 11,07g y 11,19g para la primera, segunda, tercera y cuarta semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 2,93% a 8,35%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

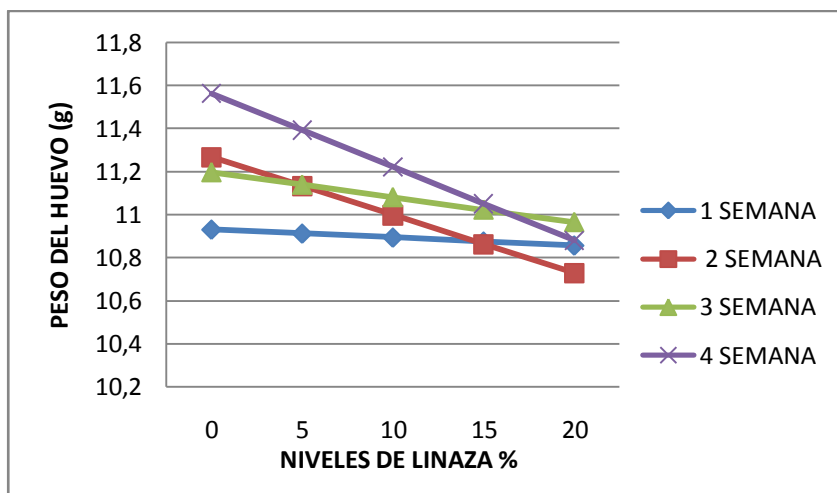
En el Cuadro 18, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso promedio de huevos de codornices. Sin embargo que no presentaron diferencias estadísticas en las tres primeras semanas, en la primera semana el tratamiento de linaza al 15% presentó el mayor promedio de peso. Pero en la segunda, tercera y cuarta semana, el testigo es quien presenta mayor promedio de peso del huevo.

**CUADRO 18: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de niveles de linaza sobre el peso del huevo de codorniz en Pre-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
T1 10% linaza	10,64	11,00	10,94	11,20 b a
T2 15% linaza	11,19	11,09	11,18	10,99 b
T3 20% linaza	10,75	10,56	10,92	10,94 b
T4 Testigo	10,98	11,21	11,23	11,59 a

Como se aprecia en la figura 8 el suministro de linaza contribuye a la disminución de peso del huevo de codorniz, donde los mayores pesos se presentaron en la cuarta semana, presentando menor peso del huevo el nivel de linaza al 20%, debido a que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,0341g del peso del huevo. Este efecto es debido a que según Padilla (2007) y Morris (2005) sostienen que al realizar un cambio en la dieta alimenticia como por ejemplo la variación en proteína bruta, aminoácidos (metionina) y ácido linoleico, se ve reflejando su efecto en el tamaño del huevo. Razón por

la cual los niveles evaluados de inclusión de linaza en esta investigación presentan pesos menores, debido a la modificación alimenticia producida al adicionar linaza molida en el balanceado.



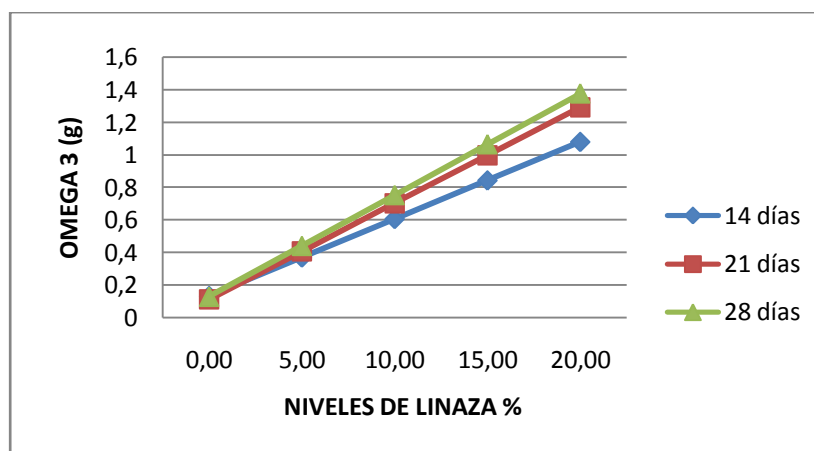
Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 8: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de niveles de linaza sobre el peso del huevo de codorniz en Pre-pico**

#### **4.1.4 Concentración de Omega 3 y 6 en el Huevo**

Como se aprecia en la figura 9, la concentración de ácidos grasos omega 3 en el huevo de codorniz tiende a incrementarse conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, los mayores niveles de omega 3 se encontraron a los 28 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se incrementa en 0,06231g de omega 3. Debido a que según Morris (2005) la semilla de lino posee gran cantidad de fibra dietética y son la fuente

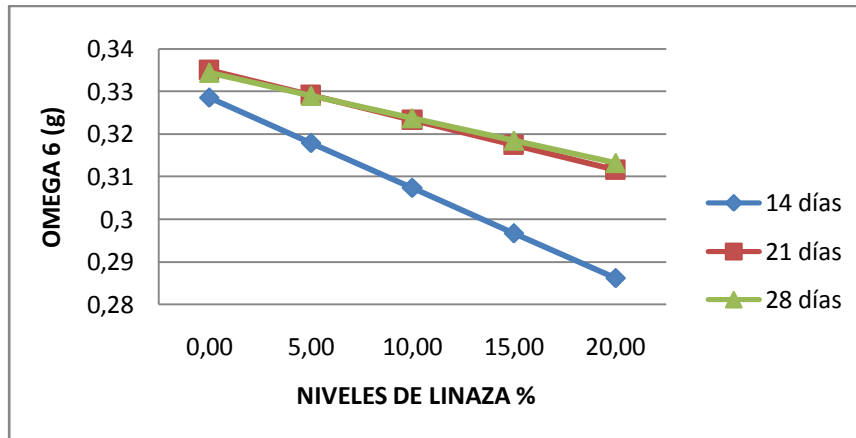
vegetal más rica que se conoce de ácidos grasos omega 3, lo que la convierte en un superalimento.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 9: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 3 en el huevo de codorniz en la fase de pre-pico.**

En la figura 10, se aprecia la concentración de omega 6 presente en el huevo de codorniz, donde el omega 6 tiende a reducir conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, la mayor disminución se encontró a los 14 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se disminuye en 0,00212g de omega 6. Mientras que a los 28 días existe una disminución de 0,00106g de omega 6.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 10: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 6 en el huevo de codorniz en la fase de pre-pico.**

#### 4.2. PICO

##### 4.2.1. Peso de la Codorniz (g)

Al establecer el análisis de varianza para peso de las codornices en Pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 19), se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en todas las evaluaciones, en linaza lineal se encontraron diferencias en la decima onceava y doceava semana de evaluación, mientras que en linaza cuadrático no se encontró diferencias estadísticas.

**CUADRO 19: Análisis de Variancia en base de niveles de linaza para el peso promedio (g) de codorniz en Pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	59,38 **	118,93 **	142,81 **	126,27 **
Linaza Lineal	1	10,08 ns	21,33 *	44,08 **	24,08 *
Linaza Cuadratico	1	0,02 ns	1,77 ns	6,25 ns	8,02 ns
Test vs Resto	1	168,05 **	333,68 **	378,12 **	346,72 **

Error	20	8,51	4,55	4,57	4,68
$\bar{X}$ (g)		181,75	183,21	184,46	184,75
CV(%)		1,60	1,16	1,15	1,17

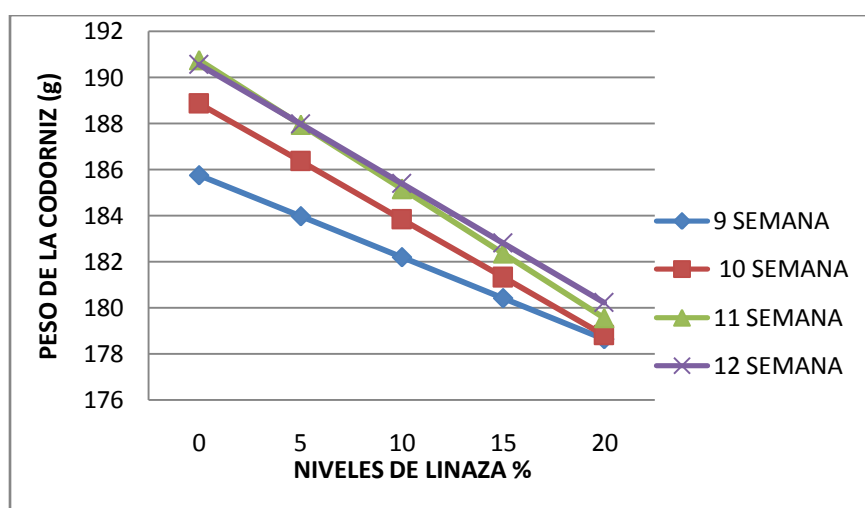
En el Cuadro 19 se puede observar que los promedios generales fueron de 181,75g, 183,21g, 184,46g y 184,75g para la novena, decima, onceava y doceava semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 1,15% a 1,60%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

En el Cuadro 20, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso corporal de codornices *Coturnix coturnix*. El mayor peso se presentó dentro del testigo en las cuatro evaluaciones. Seguido del tratamiento de linaza al 10%. Debido a que según Morris (2005) la linaza contiene mayor cantidad de fibra que cualquier otro cereal y por ello es muy aconsejable en dietas para la reducción de peso, para reducir el colesterol y prevenir el estreñimiento.

**CUADRO 20: Efecto de los tratamientos sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
T1 10% linaza	181,16 b	182,16 b	183,66 b	183,50 b
T2 15% linaza	180,16 b	181,50 b	183,00 b	183,50 b
T3 20% linaza	179,33 b	179,50 b	179,83 c	180,66 c
T4 Testigo	186,33 a	189,66 a	191,33 a	191,33 a

En la figura 11 se puede observar que el mejor tratamiento para el peso de la codorniz en pico fue el testigo (0% de linaza), los mayores pesos se encontraron en la cuarta semana, donde el nivel de linaza al 20% presenta menor peso. Ya que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,5163g del peso de la codorniz. Los niveles de 10, 15 y 20% de linaza tienen menor peso de la codorniz debido a que según Leeson (2000) la linaza tiene características de reducir el peso ya que favorece en los procesos digestivos al ser una fuente de fibra.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 11: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pico**

#### **4.2.2 Número de Huevos/Semana**

Al establecer el análisis de varianza en cuatro evaluaciones para el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix* en pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 21) se encontró diferencias estadísticas para tratamientos y



testigo versus resto, mientras que en linaza lineal y linaza cuadrático no se encontró diferencias estadísticas en la novena, onceava y doceava semana.

**CUADRO 21: Análisis de Variancia bajo el efecto de tratamientos en base de linaza para el número de huevos/semana de codorniz en pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	87,38 **	259,93 **	525,61 **	856,93 **
Linaza Lineal	1	24,08 ns	120,33 *	27,00 ns	52,08 ns
Linaza Cuadrático	1	3,36 ns	5,44 ns	0,44 ns	10,02 ns
Test vs Resto	1	234,72 **	654,01 **	1549,38 ns	2508,68 **
Error	20	15,78	14,90	10,78	13,19
$\bar{X}$ (número)		116,58	119,79	121,25	120,13
CV(%)		3,40	3,22	2,70	3,02

En el Cuadro 21 se puede observar que los promedios generales fueron de 116,58, 119,79, 121,25 y 120,13 huevos, para la novena, decima, onceava y doceava semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 2,70% a 3,40%, coeficientes adecuados para este tipo de investigación.

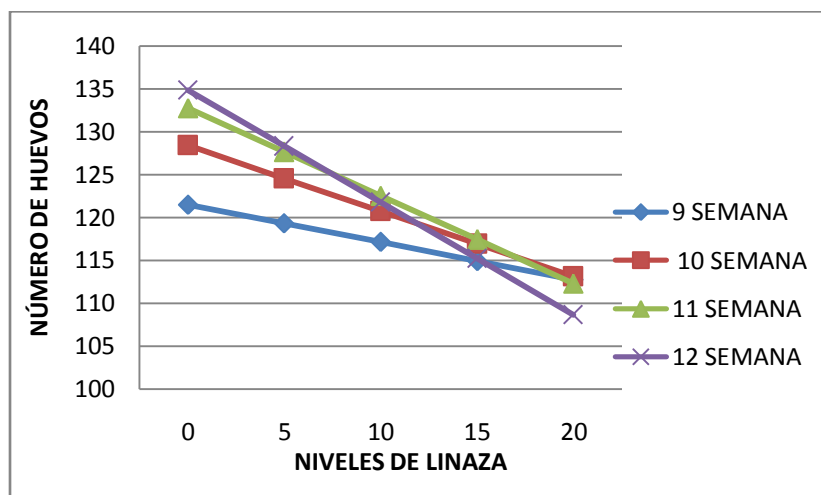
En el Cuadro 22, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix*. Donde el testigo es quien muestra mayor cantidad de huevos/semana en todas las evaluaciones, seguido del tratamiento de linaza al 10%, linaza al 15% y por último el tratamiento de linaza al 20%

**CUADRO 22: Efecto de los tratamientos sobre el número de huevos/semana de codorniz en Pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
T1 10% linaza	116,50 b	120,33 b	118,00 b	116,83 b
T2 15% linaza	114,16 b	116,00 c b	116,83 b	113,16 b
T3 20% linaza	113,66 b	114,00 c	115,00 b	112,66 b
T4 Testigo	122,00 a	128,83 a	135,16 a	137,83 a

Como se aprecia en la figura 12 el mejor tratamiento para el número de huevos/semana, en base de linaza en la fase de pico, fue el testigo (0% de linaza), donde la mayor cantidad de huevos se contabilizó en la doceava semana, presentando una menor cantidad de huevos el nivel de linaza al 20%, donde que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 1,3097 del número de huevos. Debido a que según Flores (2000) y Morris (2005) al presentar un cambio alimenticio en la dieta diaria, esto se ve afectando a la

producción de huevos, además que la linaza actúa como saciante por su contenido de fibra que da la sensación de plenitud provocando un consumo menor de alimento.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 12: Efecto de los tratamientos en base de niveles de linaza sobre el número de huevos/semana de codorniz en pico**

#### 4.2.3 Peso del Huevo (g)

En el Cuadro 23 se presenta información sobre el análisis de variancia para el peso promedio de huevos de codorniz en cada una de las evaluaciones, donde no se encontró diferencias estadísticas para linaza cuadrático en las cuatro evaluaciones mientras que tratamientos, linaza lineal, y testigo versus resto no presentaron diferencias estadísticas en la novena, decima y onceava semana de evaluación.

**CUADRO 23: Análisis de Variancia para el peso del huevo de codorniz en Pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	0,11 ns	0,31 ns	0,01 ns	0,26 **
Linaza Lineal	1	0,11 ns	0,01 ns	0,09 ns	0,21 *
Linaza Cuadrático	1	0,0001 ns	0,29 ns	0,006 ns	0,03 ns
Test vs Resto	1	0,22 ns	0,63 ns	0,03 ns	0,54 **
Error	20	0,09	0,39	0,0004	0,04
$\bar{X}$ (g)		11,09	11,03	10,92	10,88
CV(%)		2,79	5,70	2,78	1,91

En el Cuadro 23 se puede observar que los promedios generales fueron de 11,09g, 11,03g, 10,92g y 10,88g en la novena, decima, onceava y doceava semana respectivamente, con coeficientes de variación entre 1,91% a 5,70%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

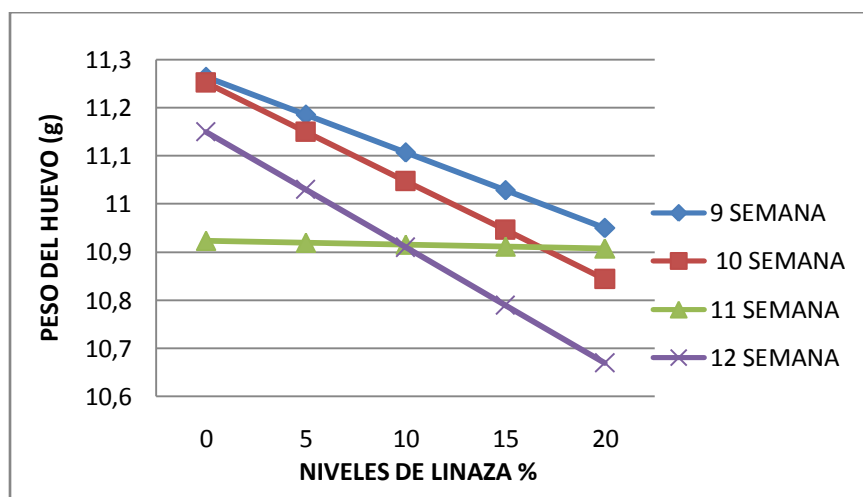
En el Cuadro 24, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso promedio de huevos de codornices. Sin embargo que no presentaron diferencias estadísticas en las tres primeras evaluaciones, el testigo es quien tiene mayor peso del huevo, y en la doceava

semana que presentaron diferencias estadísticas, el testigo es quien tiene un mayor peso del huevo.

**CUADRO 24: Efecto de los tratamientos sobre el peso del huevo de codorniz en Pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	9 semana	10 semana	11 semana	12 semana
T1 10% linaza	11,13	11,05	10,97	10,96 b a
T2 15% linaza	11,04	10,75	10,86	10,73 c b
T3 20% linaza	10,93	10,99	10,92	10,69 c
T4 Testigo	11,25	11,30	10,91	11,14 a

En la figura 13 se aprecia que el mejor tratamiento para el peso del huevo de codorniz fue el testigo (0% de linaza), donde los mayores pesos se encontraron en la novena semana, presentando menor peso del huevo el nivel de linaza al 20%, debido a que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,0240g del peso del huevo. Este efecto es debido a que según Padilla (2007) y Morris (2005) sostienen que al realizar un cambio en la dieta alimenticia como por ejemplo la variación en proteína bruta, aminoácidos (metionina) y ácido linoleico, se ve reflejando su efecto en el tamaño del huevo. Razón por la cual los niveles evaluados de inclusión de linaza en esta investigación presentan pesos menores debido a la modificación alimenticia producida al adicionar linaza molida en el balanceado.

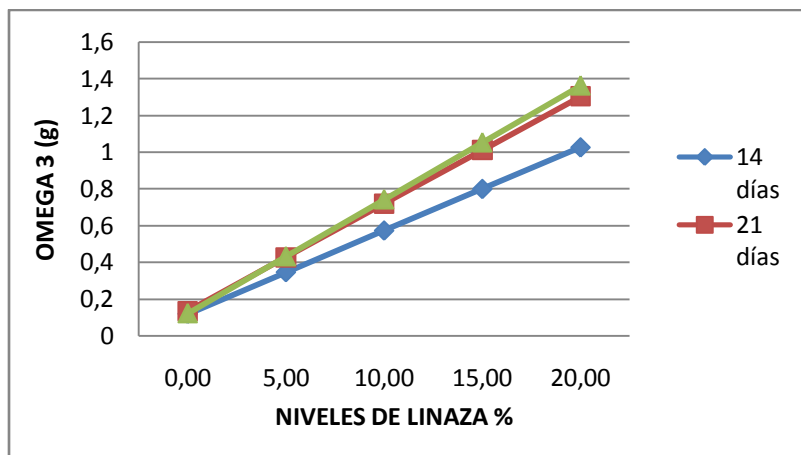


Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 13: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de niveles de linaza sobre el peso del huevo de codorniz en pico**

#### **4.2.4 Concentración de Omega 3 y 6 en el Huevo**

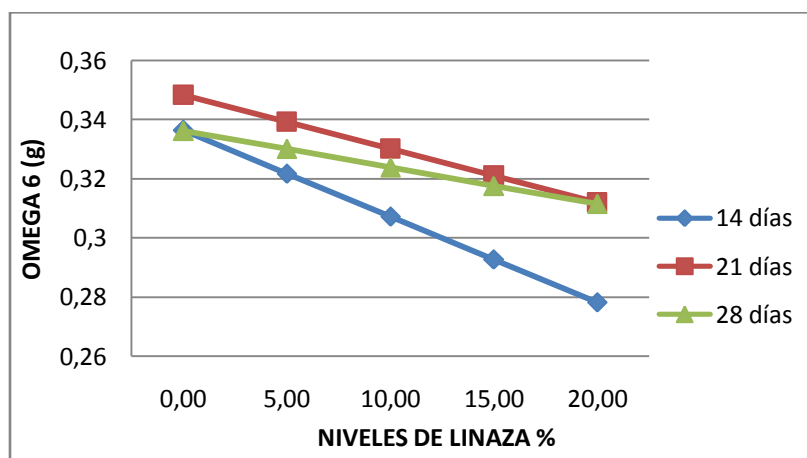
Como se aprecia en la figura 14, la concentración de omega 3 en el huevo de codorniz tiende a incrementarse conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, los mayores niveles de omega 3 se encontraron a los 28 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se incrementa en 0,0621g de omega 3. Debido a que según Morris (2005) la semilla de lino posee gran cantidad de fibra dietética y son la fuente vegetal más rica que se conoce de ácidos grasos omega 3, lo que la convierte en un superalimento.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 14: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 3 en el huevo de codorniz en la fase de pico.**

En la figura 15, se aprecia la concentración de omega 6 presente en el huevo de codorniz, donde el omega 6 tiende a reducir conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, la mayor disminución se encontró a los 14 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se disminuye en 0,0029g de omega 6. Mientras que a los 28 días existe una disminución de 0,0012g de omega 6.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 15: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 6 en el huevo de codorniz en la fase de pico.**

### 4.3. POS-PICO

#### 4.3.1. PESO DE LA CODORNIZ (g)

Al establecer el análisis de varianza en cuatro evaluaciones para peso corporal promedio (g) de codornices *Coturnix coturnix* en pos-pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 25) se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, linaza lineal, y testigo versus resto, en las 4 evaluaciones, mientras que en linaza cuadrático no se encontró diferencias estadísticas.

**CUADRO 25: Análisis de Variancia en base de niveles de linaza para el peso promedio (g) de codorniz en Pos-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	130,77 **	192,15 **	212,50 **	214,11 **
Linaza Lineal	1	36,75 **	36,75 **	48,00 **	52,08 **
Linaza Cuadrático	1	0,02 ns	0,69 ns	0,11 ns	12,25 ns
Test vs Resto	1	355,55 **	539,01 **	589,38 **	578,00 **
Error	20	4,25	2,40	4,35	4,45
$\bar{X}$ (g)		185,17	186,13	187,25	188,17
CV(%)		1,11	0,83	1,11	1,12

En el Cuadro 25 se puede observar que los promedios generales fueron de 185,17g, 186,13g, 187,25g y 188,17g para las semanas diecisiete, dieciocho, diecinueve y veinte



respectivamente, con coeficientes de variación entre 0,83% a 1,12%, coeficientes adecuados para este tipo de investigación.

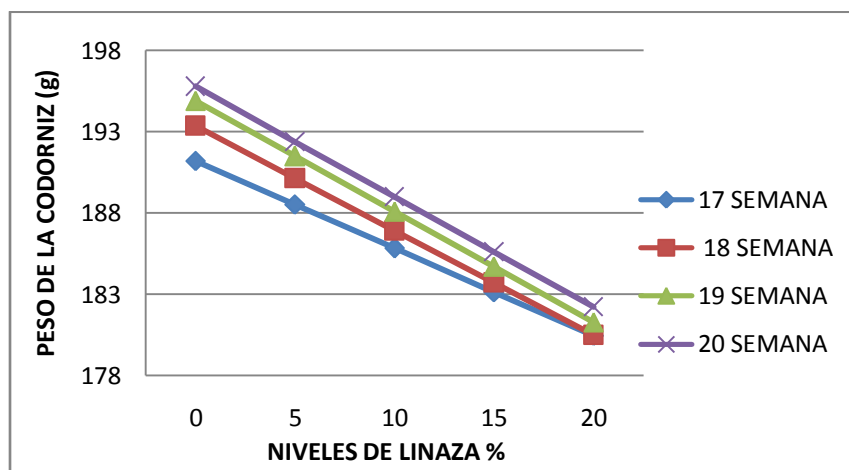
En el Cuadro 26, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso corporal de codornices *Coturnix coturnix*. Donde el tratamiento cuatro que es el testigo es quien presenta mayor promedios de peso entre 191,83g a 196,66g, a este le sigue el tratamiento de linaza al 10% con pesos entre 184,66g a 186,83g, luego le sigue el tratamiento de linaza al 15% y por último el de linaza al 20%. Debido a que según Morris (2005) la linaza contiene mayor cantidad de fibra que cualquier otro cereal y por ello es muy aconsejable en dietas para la reducción de peso, para reducir el colesterol y prevenir el estreñimiento.

**CUADRO 26: Efecto de los tratamientos en base de niveles de linaza sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pos-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
T1 10% linaza	184,66 b	185,00 b	186,33 b	186,83 b
T2 15% linaza	183,00 c b	183,66 b	184,50 c b	186,50 b
T3 20% linaza	181,16 c	181,50 c	182,33 c	182,66 c
T4 Testigo	191,83 a	194,33 a	195,83 a	196,66 a

En la figura 16 se aprecia que el mejor tratamiento para el peso de la codorniz en la fase de pos-pico fue el testigo (0% de linaza), los mayores pesos se encontraron en la veintava semana, donde el nivel de linaza al 20% presenta menor peso. Ya que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,6780g del peso de la codorniz. Los niveles de 10%,15% y 20% de linaza tienen menor peso de la codorniz debido a que según Leeson

(2000) la linaza tiene características de reducir el peso ya que favorece en los procesos digestivos al ser una fuente de fibra.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 16: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre el peso promedio (g) de codorniz en Pos-pico**

#### **4.3.2. Número de Huevos/Semana**

Al establecer el análisis de varianza en cuatro evaluaciones para el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix* en pos-pico, en relación con la evaluación de niveles de linaza (Cuadro 27) se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, linaza lineal y testigo versus resto en las cuatro evaluaciones, mientras que en linaza cuadrática no se encontró diferencias estadísticas.

**CUADRO 27: Análisis de Variancia bajo el efecto de tratamientos en base de linaza para el número de huevos/semana de codorniz en Pre-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	260,48 **	517,61 **	377,93 **	378,11 **
Linaza Lineal	1	85,33 *	176,33 **	80,08 **	154,08 **
Linaza Cuadrático	1	5,44 ns	7,11 ns	3,36 ns	12,25 ns
Test vs Resto	1	690,68 **	1369,38 **	1050,34 **	968,00 **
Error	20	11,07	8,15	9,59	10,85
$\bar{X}$ (huevos)		116,04	113,42	113,38	110,33
CV(%)		2,86	2,51	2,73	2,98

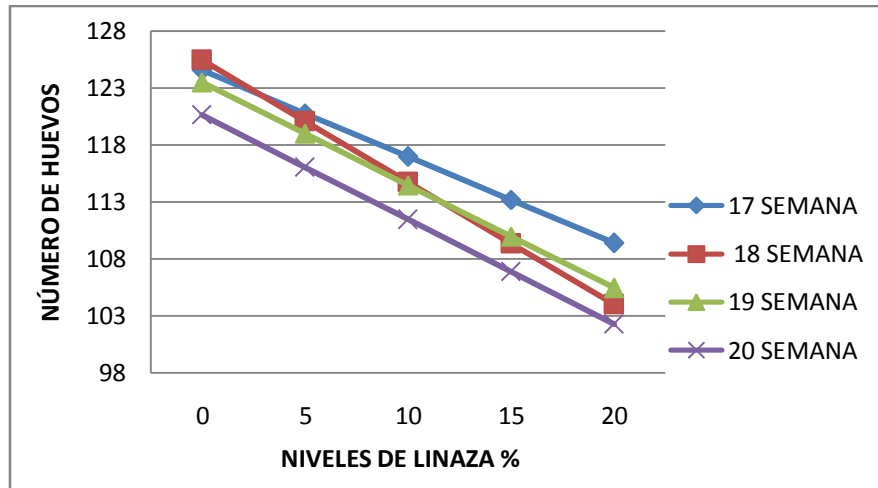
En el Cuadro 27 se puede observar que los promedios generales fueron de 116,04, 113,42, 113,38 y 110,33 huevos para las semanas diecisiete, dieciocho, diecinueve y veinte respectivamente, con coeficientes de variación entre 2,51% a 2,98%, coeficientes adecuados para este tipo de explotación.

En el Cuadro 28, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el número de huevos/semana de codornices *Coturnix coturnix*. Donde el testigo es quien supera al resto de los tratamientos con valores entre 121,33 a 126,50, a este tratamiento le sigue linaza al 10%, linaza al 15% y linaza al 20%, en segundo, tercero y cuarto puesto respectivamente.

**CUADRO 28: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de tratamientos en base de linaza sobre el número de huevos/semana de codorniz en Pre-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
T1 10% linaza	116,00 b	113,33 b	111,83 b	110,83 b
T2 15% linaza	112,16 a b	108,16 c	110,16 a b	105,50 c
T3 20% linaza	110,66 c	105,66 c	106,66 c	103,66 c
T4 Testigo	125,33 a	126,50 a	124,83 a	121,33 a

En la figura 17 se puede apreciar que el mejor tratamiento para el número de huevos semana en base de linaza en pos-pico fue el testigo (0% de linaza), donde la mayor cantidad de huevos se contabilizó en la semana diecisiete, presentando una menor cantidad de huevos el nivel de linaza al 20%, donde que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,9182 del número de huevos. Debido a que según Flores (2000) y Morris (2005) al presentar un cambio alimenticio en la dieta diaria, esto se ve afectando a la producción de huevos, además que la linaza actúa como saciante por su contenido de fibra que da la sensación de plenitud provocando un consumo menor de alimento.



Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 17: Efecto de los tratamientos en base de niveles de linaza sobre el número de huevos/semana de codorniz en Pos-pico**

#### **4.3.3 Peso del Huevo (g)**

En el Cuadro 29 se presenta información sobre el análisis de variancia para el peso promedio de huevos de codorniz en cada una de las evaluaciones, no se encontró diferencias estadísticas para linaza lineal y linaza cuadrático en las cuatro evaluaciones, mientras que en tratamientos se encontró diferencias estadísticas en la semana diecisiete, diecinueve y veinte, y en testigo versus resto se encontraron diferencias estadísticas en las cuatro semanas de evaluación.

**CUADRO 29: Análisis de Variancia bajo el efecto de niveles de linaza para el peso del huevo de codorniz en Pre-pico (Latacunga – Cotopaxi 2010)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES			
		17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
Total	23				
Tratamientos	(3)	0,17 *	0,27 ns	0,44 **	0,63 **
Linaza Lineal	1	0,06 ns	0,15 ns	0,01 ns	0,14 ns
Linaza Cuadrático	1	0,13 ns	0,06 ns	0,01 ns	0,38 ns
Test vs Resto	1	0,30 *	0,061 *	1,32 **	1,38 **
Error	20	0,05	0,09	0,06	0,09
$\bar{X}$ (g)		10,93	10,98	10,93	11,00
CV(%)		2,05	2,86	2,37	2,77

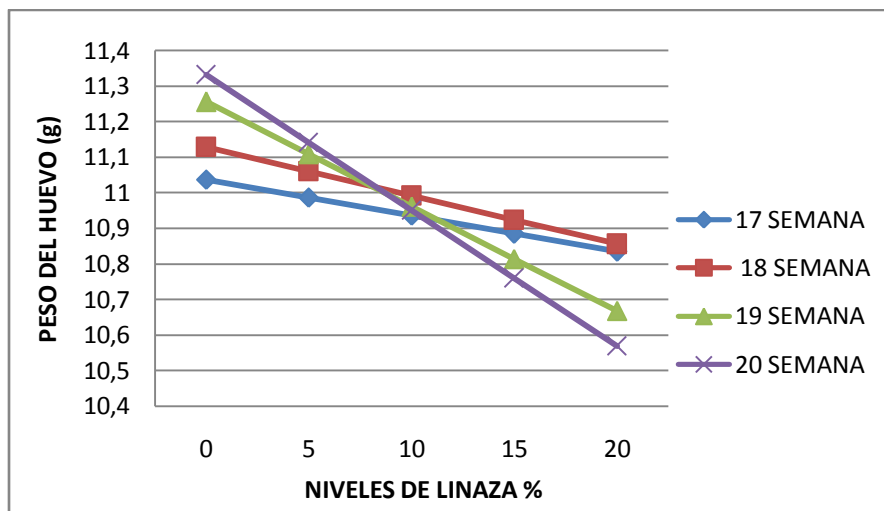
En el Cuadro 29 se puede observar que los promedios generales fueron de 10,93g, 10,98g, 10,93g y 11g para las semanas diecisiete, dieciocho, diecinueve y veinte respectivamente, con coeficientes de variación entre 2,05% a 2,86%, coeficientes adecuados para este tipo de investigación.

En el Cuadro 30, se presenta el efecto de los tratamientos sobre el peso promedio de huevos de codornices. Donde el tratamiento con mayor peso del huevo fue el testigo, seguido de linaza al 15% en la semana diecisiete, linaza al 20% en la semana dieciocho, y linaza al 10% en la semana diecinueve y veinte.

**CUADRO 30: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de niveles de linaza sobre el peso del huevo de codorniz en Pre-pico Duncan al 5%**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES			
	17 semana	18 semana	19 semana	20 semana
T1 10% linaza	10,72 c	10,81 c	10,84 b	10,85 a b
T2 15% linaza	10,98 a b	10,80 c	10,76 b	10,65 c
T3 20% linaza	10,87 a b	11,04 a b	10,77 b	10,70 b a
T4 Testigo	11,12 b	11,25 b	11,33 a	11,41 a

Como se aprecia en la figura 18 el suministro de linaza contribuye a la disminución de peso del huevo de codorniz, donde los mayores pesos se encontraron en la veinteva semana presentando menor peso del huevo el nivel de linaza al 20%, debido a que por cada unidad de inclusión de linaza disminuye en 0,0382g del peso del huevo. Este efecto es debido a que según Padilla (2007) y Morris (2005) sostienen que al realizar un cambio en la dieta alimenticia como por ejemplo la variación en proteína bruta, aminoácidos (metionina) y ácido linoleico, se ve reflejando su efecto en el tamaño del huevo. Razón por la cual los niveles evaluados de inclusión de linaza en esta investigación presentan pesos menores debido a la modificación alimenticia producida al adicionar linaza molida en el balanceado.



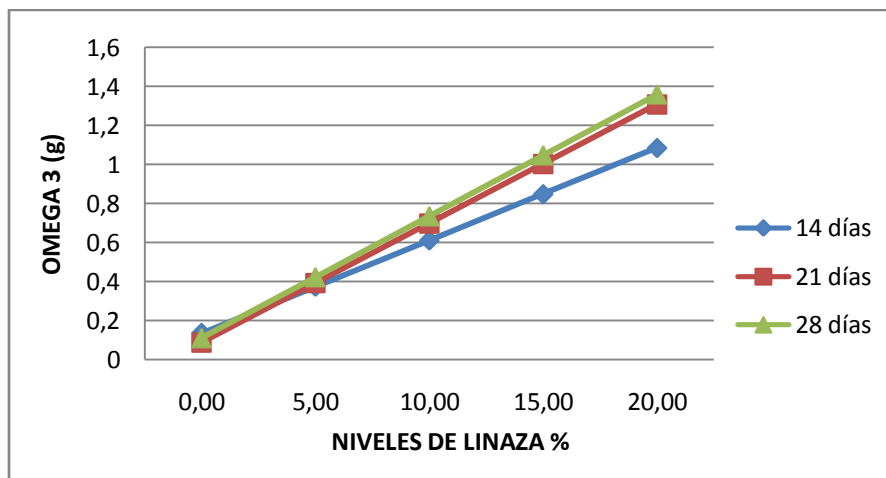
Fuente: Toapanta. 2010

**FIGURA 18: Efecto de los tratamientos bajo el efecto de niveles de linaza sobre el peso del huevo de codorniz en Pre-pico**

#### **4.3.4. Concentración de Omega 3 y 6 en el Huevo**

Como se aprecia en la figura 19, la concentración de omega 3 en el huevo de codorniz tiende a incrementarse conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, los mayores niveles de omega 3 se encontraron a los 28 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se incrementa en 0,0624g de omega 3. Debido a que según Morris (2005) la semilla de lino posee gran cantidad de fibra dietética y son la fuente vegetal más rica que se conoce de ácidos grasos omega 3, lo que la convierte en un superalimento.

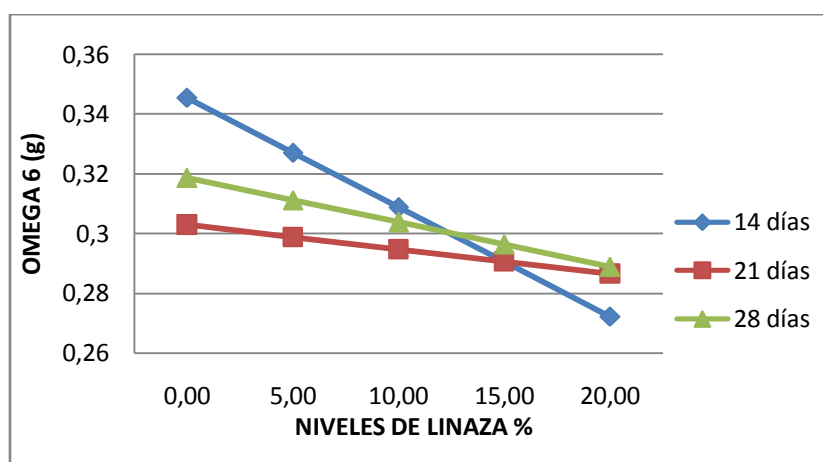




Fuente: Toapanta, 2010

**FIGURA 19: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 3 en el huevo de codorniz en la fase de pos-pico.**

En la figura 20, se aprecia la concentración de omega 6 presente en el huevo de codorniz, donde el omega 6 tiende a reducir conforme se aumenta el nivel de inclusión de linaza, la mayor disminución se encontró a los 14 días, donde que por cada unidad de inclusión de linaza se disminuye en 0,0037g de omega 6. Mientras que a los 28 días existe una disminución de 0,0015g de omega 6.



Fuente: Toapanta, 2010

**FIGURA 20: Efecto de los tratamientos en base de linaza sobre la concentración de omega 6 en el huevo de codorniz en la fase de pos-pico.**

#### **4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al* (1981). Se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde al número de huevos por el precio en el mercado, por otro lado se obtuvo los costos variables que corresponden al suministro de la linaza, de la diferencia del beneficio bruto menos los costos variables se obtuvo los beneficios netos (Cuadro 31).

**CUADRO 31: Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
T1 10% linaza	467,4	168,523	298,88
T2 15% linaza	449,93	183,805	266,13
T3 20% linaza	442,43	199,076	243,35
T4 Testigo	344,2	137,97	206,23

Colocando los benéficos netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables (Cuadro 32) se procedió a realizar el análisis de dominancia donde t dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presente un mayor costo variable, de este análisis se determinó que los únicos tratamientos no dominados fueron T1 (10% Linaza) y T4 (Testigo)

**CUADRO 32: Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	
T1 10% linaza	298,88	168,523	
T2 15% linaza	266,13	183,805	*
T3 20% linaza	243,35	199,076	*
T4 Testigo	206,23	137,97	

\* Tratamientos dominados

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal determinando que la mejor opción económica constituyó el suministro de la linaza al 10% pues con un incremento del costo variable de 30,55\$, para pasar del testigo al tratamiento con 10% de linaza se obtuvo un incremento del beneficio neto de 92,65\$ por lo tanto por cada dólar invertido se presentó un retorno de 3,03\$ (Cuadro 33).

**CUADRO 33: Análisis marginal de los tratamientos no dominados**

<b>tratamientos</b>	<b>beneficio neto</b>	<b>costo variable</b>	$\Delta$ BN	$\Delta$ CV	<b>TIR M</b>
T1 10% linaza	298,88	168,52	92,65	30,55	3,03
T4 Testigo	206,23	137,97	---	---	---

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.4. HISTORIA

Las codornices son originarias de Europa, Norte de África y Asia y pertenecen a la familia Phasianidae, subfamilia Perdicionidae. Pinto, citado por Lázaro, Serrano, Capdevila (2005) y Padilla (2007). La codorniz europea (*Coturnix coturnix*) se introdujo en Japón en el siglo XI donde se cruzó con especies salvajes dando lugar a la codorniz doméstica (*Coturnix coturnix japonica*) que es la más difundida a nivel mundial. Esta codorniz se caracteriza por su gran precocidad y elevada productividad y se explota para la producción huevos. La producción intensiva de la codorniz japónica empezó en los años 1920 en Japón, obteniéndose entonces por selección las primeras líneas de huevo.

Wakasugi, citado por Lázaro, Serrano, Capdevila (2005) y Padilla (2007). Entre los años 1930s y 1950s esta codorniz se introdujo con éxito en América y Europa. La codorniz americana o “Bobwhite” es originaria de América del Norte y pertenece a la misma familia que las anteriores pero a distinto género y especie (*Colinus virginianus ridgwayi*).

La producción de huevos se concentra en Asia (China y Japón) y más recientemente en Brasil. Minvielle, citado por Lázaro, Serrano, Capdevila (2005). Las estadísticas de producción son escasas y poco precisas.

Lázaro, Serrano y Capdevila (2005), sostienen que la codorniz es una especie polígama con importantes diferencias morfológicas entre sexos. Así, en la codorniz japónica el peso de la hembra es un 7-10% superior al del macho, característica no muy común en avicultura. Otra diferencia morfológica entre sexos es que en el macho las plumas pectorales son de color marrón rojizo y en la hembra de color gris-beige y moteado en negro, diferencia que empieza a detectarse a los 15 días de vida.

### 1.5. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

REINO	: ANIMALIA
PHYLUM	: CHORDATA
SUB PHYLUM	: VERTEBRATA
CLASE	: AVES
SUBCLASE	: CARINADOS O NEÓRMIDOS
ORDEN	: GALLINACEAS
FAMILIA	: PHASIANIDAE
GENERO	: COTURNIX
ESPECIE	: <i>Coturnix coturnix japónica.</i>

Fuente: Flores, 2000.

## **1.6. MORFOLOGÍA EXTERNA**

### **1.6.1. Macho Adulto**

El adulto pesa aproximadamente 100 a 140 gramos. Estos pueden ser identificados fácilmente por las plumas coloreadas de castaño rojizo en la parte superior y en la región más baja del pecho. Los machos jóvenes empiezan a cantar a las 5 o 6 semanas de edad, y poseen también una glándula cloacal, una estructura bulbosa localizada al borde superior de la abertura de la cloaca que secreta un material blanco espumoso. Esta glándula puede usarse para evaluar la capacidad reproductiva de los machos Cheng, citado por Rodríguez (2002).

### **1.6.2. Hembra Adulta**

Las hembras adultas son ligeramente más pesadas que el macho, cuyo peso oscila entre los 120 a 160 g. el colorido del cuerpo de la hembra es similar al del macho sólo que las plumas en la garganta y en la parte superior del pecho son largas y puntiagudas de un color canela más ligero. Además las plumas del pecho se caracterizan por presentar puntos negros, la cloaca de la hembra está situada transversalmente y su comportamiento es mucho más tranquilo y dócil que el de los machos Lucotte, citado por Rodríguez (2002).

## 1.7. LA CODORNIZ

### 1.7.1. Fisiología Aviar

Gran parte del huevo es formado a nivel del oviducto, específicamente la clara, las membranas de la cáscara y la cáscara propiamente dicha. En la codorniz solo se desarrolla el oviducto izquierdo. La progesterona presenta un alza 7 horas antes de la ovulación y alcanza su pico unas 3 horas antes de la misma, lo que sería responsable del alza de la LH, que a su vez desencadenaría finalmente la ovulación. La progesterona, es la hormona que estimula la síntesis de secreciones del oviducto tales como albúmina y membranas de la cáscara (Caballero. 2009).

Según Crossley, citado por Caballero (2009). El útero, una de las partes del oviducto, es el segmento donde se desarrolla la cáscara y donde mayor tiempo permanece el huevo en formación, unas 20 horas. La cáscara está constituida por acumulación de cristales de carbonato de calcio. El ión carbonato se forma a partir de CO<sub>2</sub> y agua, con acción de la [enzima](#) anhidrasa carbónica. La calcificación del huevo para formar la cáscara, se realiza mayormente durante la noche, y el calcio proviene del hueso medular y no de la dieta; durante el día el proceso es inverso, el calcio de la dieta se deposita en la médula de los huesos largos, dado que el huevo en formación no se encuentra en el útero y aún no se ha iniciado la calcificación de la cáscara.

Durante el proceso de máxima calcificación, el calcio es retirado de la sangre en una cantidad cercana a los 150 mg/hora, lo que significaría retirar el total del calcio sanguíneo en 10 a 15 minutos. Para evitar esta situación, el calcio acumulado

en los huesos largos, por acción de la paratohormona es movilizado hacia la sangre, para ser depositado en la cáscara, presumiblemente por acción de esteroides ováricos y otros mecanismos no bien conocidos Crossley, citado por Caballero (2009).

La oviposición, que significa la expulsión del huevo desde el útero, ocurre regularmente cada 24-36 horas en gallinas, mientras que en codornices ocurre cada 20-22 horas; por lo general la primera oviposición ocurre temprano en horas de la mañana y luego va sufriendo retrasos de 1 a 2 horas. Aunque muchas investigaciones indican una independencia entre la ovulación y la oviposición, en general la oviposición se produce 15-30 minutos antes de la ovulación del siguiente huevo Crossley, citado por Caballero (2009).

### **1.7.2. Productividad de la Codorniz Ponedora**

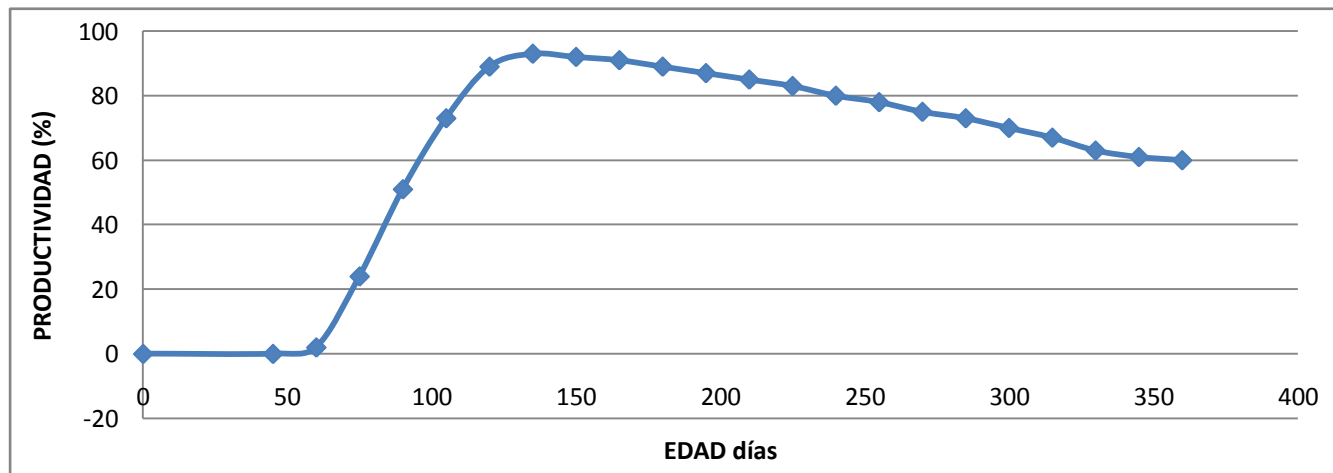
Según Arrieta (2005) la codorniz hembra fisiológicamente está preparada para iniciar la puesta de huevos, entre los 35 a 45 días de edad. Al inicio, empiezan a poner huevos de diversos tamaños, alcanzando pesos de 1 a 24 gr, debido a que aún no pueden regular las hormonas involucradas en el proceso.

La codorniz incrementa su producción conforme crece. A los dos meses y medio a tres, la codorniz llega a su pico de postura, es decir, el nivel máximo de puesta de huevo de una ponedora durante su vida productiva. En este pico, una codorniz puede llegar a poner 1 a 2 huevos diarios, manteniendo este nivel de puesta por cuatro a seis semanas. Si el pico de postura es alto, entonces la postura decrecerá lentamente durante el año, pero si no es bueno, la postura decrecerá rápidamente.



Para lograr un buen pico de postura se tiene que realizar un buen manejo durante toda la etapa de crecimiento del ave. Cuando no se logra alcanzar buenos niveles productivos, la producción del lote decrece rápidamente y el ave termina el año con niveles inferiores al 40% de producción (Arrieta, 2005).

El porcentaje de postura es un parámetro referencial que nos permite evaluar a las ponedoras, este se obtiene de dividir la cantidad de huevos recogidos entre la cantidad de aves, multiplicado por 100. En la figura 1 se muestra los niveles de postura de un lote de 380 codornices durante diferentes edades. Conocido como la curva de producción (Arrieta, 2005).



<b>EDAD (DIAS)</b>	0	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345
<b>POSTURA (%)</b>	0	2	24	51	73	89	93	92	91	89	87	85	83	80	78	75	73	70	67	63	61	60

Fuente: Arrieta. 2005

**FIGURA 1: Curva de producción de huevos según edad**

### **1.7.3. Composición Nutricional del Huevo de Codorniz**

El huevo de la codorniz, lo mismo que el de otras aves, ofrece en su interior todos los elementos precisos para la formación del nuevo ser, sustancia de fácil asimilación y de gran interés en nutrición humana y animal. Según Guzmán (1984). Y como se muestra en el cuadro 1, los componentes fundamentales del huevo son: agua, nitrógeno, carbono, calcio, fósforo, azufre, manganeso, hierro y, por otra parte grasas, azúcares etc., así como vitaminas en cantidades muy apreciables.

Los componentes del huevo de la codorniz, deben establecerse en albumina y yema, así como en las membranas. La yema contiene el 48,97 % de agua, 15,70% de proteína, 32,61% de grasa y 0,83% de carbohidratos, mientras que la albumina contiene 87,36% de agua, 11,19 de proteína y no contiene grasa. Como puede apreciarse en el huevo de la codorniz, abundan las proteínas en orden a gran desarrollo de la yema, puesto que la relación clara-yema ofrece un desequilibrio a favor de la yema en relación con el huevo de la gallina (Guzmán, 1984).

Lo más destacable de la composición del huevo de codorniz es, por tanto, su riqueza proteica, menor contenido en agua y menor contenido en grasa, que el huevo de gallinas (Guzmán, 1984).

**CUADRO 1: Composición mineral del huevo de codorniz**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>%</b>
Calcio	0,08
Fósforo	0,22
Cloro	0,13
Potasio	0,14
Sodio	0,13
Azufre	0,19
Hierro	0,031
Manganeso	0,33
Cobre	1,86
Yodo	0,09
Magnesio	0,04

Fuente: Guzmán. 1984

Como puede apreciarse en el cuadro 1, la riqueza mineral del huevo de codorniz es completísima, si bien resaltan los valores de hierro, fósforo, cloro, potasio y cobre, que, dando su gran valor representan potencialidades nutritivas de gran interés. Por lo que respecta a la yema, se han llevado a cabo estudios modernos que demuestran la gran capacidad que contiene de albuminas, fosfolípidos y grasa, y que pueden agruparse así:

Lípidos 60%, fosfolípidos 35%, y esteroides 5%; teniendo particular importancia la cilitina que llega hasta el 11%; la aneurina o cerebrina 0,60%, y la

colestonina, que oscila entre el 0,20% y el 11%, encontrándose una menor concentración en el huevo de codorniz. Razón por la cual estos huevos adquieren particular estima en alimentación humana y, particularmente, en dietética infantil, de ancianos y convalecientes (Guzmán, 1984).

Guzmán (1984), sostiene que en la clara existe la ovoalbúmina en un 8%; la ovomucoide en un 10%; la ovomucina en un 7% y la avoglobulina en un 3%. La composición de la clara refleja grandes posibilidades plásticas y biológicas proteicas.

Por otra parte en el huevo de codorniz, existe grandes cantidades de factores vitamínicos, entre los que cabe destacar la vitamina A, D, E, H, siendo muy importante la riqueza en ácido ascórbico o vitamina C del huevo fresco. Además de otras características como se muestran en el cuadro 2 (Guzmán, 1984).

**CUADRO 2: Composición total del huevo de codorniz**

Peso medio del huevo	9,60 g
Peso de la cascara	1,003 g
Peso de la yema y clara	7,812 g
Relación yema clara/cáscara	7,812 g
Humedad de la cáscara	40%
Proteína de yema y clara	12,77%
Grasa de yema y clara	13,99%
Humedad de la yema y clara	70,90%
Calcio de la cáscara seca	26,60%

Fuente: Guzmán. 1984

**CUADRO 3: Contenido de aminoácidos en el huevo de codorniz**

<b>Aminoácido</b>	<b>contenido</b>	<b>aminoácido</b>	<b>contenido</b>
Ac. Aspártico	1,946	Tirosina	0,818
Treonina	1,032	Fenilalanina	1,04
Serina	1,654	Lisina	1,3
Ac. Glutámico	2,198	Histidina	0,442
Prolina	0,43	Arginina	1,312
Glicina	0,674	Cistina	0,5
Alanina	0,929	Triptófano	0,32
Valina	1,044	N amoniacal	0,258
Metionina	0,66	N amínico	0,44
Isoleucina	0,992	Rendimiento %	19,560
Leucina	1,78		

Fuente: Guzmán. 1984

Según Guzmán (1984), y como se aprecia en el cuadro 3, su gran riqueza en aminoácidos que presenta el huevo de codorniz, pone claramente de manifiesto el alto valor del huevo de la codorniz como alimento humano y su cotización en el mercado mundial.

#### **1.7.4. Codornices vs Gallinas**

Según Padilla (2007), se aprecia en la cuadro 4, todas las ventajas que posee la codorniz en comparación con la gallina, y con respecto a su precio tiende el huevo de codorniz a ser más caro (tres huevos de codorniz equivalen a uno de gallina) su

precio es debido principalmente a la poca demanda existente y a las propiedades nutritivas que posee y su bajo contenido de colesterol de 0,7%, mientras que el huevo de gallina tiene un 7% de colesterol.

**CUADRO 4: Comparación entre gallina y codorniz**

	<b>GALLINA</b>	<b>CODORNIZ</b>	<b>VENTAJAS</b>
periodo incubación de huevos	21 días	16 días	menos tiempo, costos y riesgo
peso del huevo en proporción al ave	3%	10%	Triple
comienzo de la postura	5-6 meses	35-45 días	mayor precocidad
continuidad de postura	curva de postura	Continua	rendimiento constante
postura anual	140-200	350-500	dobles posturas
vida útil de la ponedora	2 años	2 a 3 años	mayor vida útil
peso del huevo	50-60 gr	10-12 gr	5 veces menos
densidad de cría por m <sup>2</sup>	500 BB	1500 cotus BB	menor costo y espacio
crianza bajo calor	30-40 días	15-20 días	menor consumo de energía
alimentación	3 tipos	2 tipos	facilita el manejo nutricional
mantener foto periodo	requiere	no requiere	menor gastos de energía
venta a la faena	75-90 días	45-50 días	dobles precocidad

Fuente: Padilla. 2007

## **1.8. LINAZA**

### **1.8.1. Características**

Procede de la semilla de lino y normalmente se utiliza en la industria de pinturas y barnices. Como se puede apreciar en los cuadros 5, 6, 7 y 8. Su gran valor nutritivo le ha llevado recientemente su uso en piensos para ponedoras debido a su alto contenido de ácido linolénico de la serie omega-3 (en torno al 50%).

**CUADRO 5: Composición de los nutrientes básicos de la linaza**

Ingrediente	Proteína Cruda %	Proteína Digestible %	E. Metabolizable Kcal/Kg	Grasa Cruda %	Fibra Cruda %	Calcio %	Fósforo Disponible %	Acido Linoleico %
Linaza	22	18,1	3600	34	6,1	0,25	0,17	5,2

Fuente: Leeson. 2000

**CUADRO 6: Composición de aminoácidos de la linaza**

Ingrediente	Metionina %	Cistina %	Lisina %	Histidina %	Triptofano %	Treonina %	Arginina %	Iso leucina%	Leucina %	Fenil alanina %	valina %
Linaza	0,40	0,40	0,90	0,40	0,30	0,80	2,10	1	1,30	1	1,10

Fuente: Leeson. 2000

**CUADRO 7: Composición de aminoácidos digestibles**

Ingrediente	Metionina %	Cistina %	Lisina %	Histidina %	Triptofano %	Treonina %	Arginina %	Iso leucina%	Leucina %	Fenil alanina %	valina %
Linaza	0,33	0,30	0,72	0,32	0,34	0,65	1,76	0,72	1,10	0,76	0,95

Fuente: Leeson. 2000

**CUADRO 8: Composición mineral de la linaza**

Ingrediente	cloro %	magnasio %	sodio %	potasio %	hierro %	manganeso mg/Kg	cobre mg/Kg	zing mg/Kg	selenio mg/kg
Linaza	0,05	0,30	0,08	1,20	0,02	74	17	91	0,12

Fuente: Leeson. 2000



Sin embargo, la transformación del linolénico dentro del organismo animal en ácidos grasos de interés (DHA y EPA) no es muy eficiente, por lo que el uso de este aceite para enriquecer la dieta en omega-3 está siendo cuestionado. Además, un exceso de linaza da a los huevos y a la carne un sabor a pescado característico, por lo que sus niveles de inclusión deben ser controlados (Aymond y Van Elswyk, citado por Mateos *et al.* 1996).

### **1.8.2. Composición química de la linaza**

La linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endosperma está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (Babu y Wiesenfeld, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez. 2008).

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente  $\alpha$  linolénico (ALA) que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre sí durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (Oomah y Hall citado por Figuerola, Muñoz y Estevez. 2008).

- Proteínas

El contenido de proteínas de la mayoría de los cultivares de linaza fluctúa entre 22,5 y 31,6 g/100 g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y

desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína (Daun, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez. 2008).

- Lípidos

Hall, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez (2008), indican que el aceite, que constituye el componente principal de la linaza (35 a 43 g/100g base materia seca) ha sido por años el objetivo principal del procesamiento de esta semilla. La torta remanente de la extracción de aceite (55%), todavía se considera en algunas partes como un subproducto de bajo valor (Daun *et al.*, 2003; Oomah, 2003). Los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento de aceite, el que está constituido principalmente (98%) por triacilgliceroles y se encuentra en glóbulos de aceite de 1,3  $\mu\text{m}$  de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0,9 % de fosfolípidos y un 0,1% de ácidos grasos libres. Aunque la cáscara es relativamente pobre en lípidos (22%), su aceite es rico en ácido palmítico. En los cotiledones predomina los ácidos  $\alpha$  linolénico, linoleico y oleico.

- Hidratos de Carbono

Daun, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez (2008), indican que la linaza contiene muy pequeñas cantidades de azúcares solubles (1 a 2 g/100g). La mayoría de los hidratos de carbono presentes en esta especie, pertenecen al grupo de la fibra dietética. Se destaca entre otros granos por ser una excelente fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede llegar hasta 28% del peso seco de la semilla. La relación entre fibra soluble e insoluble fluctúa entre 20:80 y 40:60. En la fracción soluble, se encuentra un hidrocoloide conocido como mucílago (8% del peso de la semilla). Existe muy poca información de la variación del contenido de fibra dietética entre variedades y según las condiciones de cultivo.

### **1.8.3. Utilización de la Linaza**

El lino es cultivado principalmente por su aceite obtenido de la extracción de su semilla, en los últimos años se ha presentado interés en alimentar aves con semillas de lino debido a su aporte de ácido linolénico. El aceite de lino contiene cerca de un 50% de ácido alfa-linolénico (18:3,n-3), siendo la fuente más rica de ácidos grasos omega-3 (n-3), después de los aceites de pescado (Leeson, 2000).

Según Leeson (2000), se demostró que el ácido linolénico y sus derivados, el ácido docosahexanóico (22:6, n-3) e icosapentaenóico (20:5, n-3), son importantes en la salud humana especialmente en los problemas coronarios.

El suministro de lino a las aves conlleva a la incorporación de ácido linolénico en la carne y en los huevos. En gallinas alimentadas con un 10% de lino se aumenta en 10 veces el contenido de ácido linolénico del huevo, mientras que suministrando un 20 y 30 % de lino, se aumenta en 23 y 39 veces, respectivamente. El consumo de dos de estos huevos enriquecidos por día, proporciona a un adulto casi la totalidad del ácido linolénico recomendado diariamente (Leeson, 2000).

De esta manera los huevos enriquecidos con ácido linolénico brindan una alternativa al consumo de pescado oleoso.

Limitantes en su inclusión.

- Digestibilidad
- Rancidez oxidativa

(Leeson, 2000).

#### **1.8.4. La linaza como fibra dietética**

La fibra dietética está constituida por diferentes polisacáridos que incluyen a la celulosa, hemicelulosas, pectinas,  $\beta$ -glucanos y gomas. Su consumo juega un importante papel en la salud humana y las dietas ricas en ella se han asociado a la prevención, reducción y tratamiento de algunas enfermedades como diverticulosis, cáncer de colon y enfermedades coronarias.

Los efectos fisiológicos de la fibra dietética se relacionan con sus propiedades fisicoquímicas y tecnológicas, como capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, viscosidad, formación de gel, capacidad de ligazón de sales biliares, las que son más útiles en la comprensión del efecto de la fibra dietética que la composición química por sí sola. Estas propiedades dependen de su relación fibra insoluble / fibra soluble, tamaño de partícula, condiciones de extracción y fuente vegetal de origen (Gallaher y Schneeman, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez, 2008).

La linaza tiene, en las capas externas de la semilla, una gran cantidad de fibra dietética (28% de su peso), con una relación de 75% de fibra insoluble y 25 % de fibra soluble o mucílago. La alta viscosidad de esta fibra promueve la evacuación, reduce el riesgo de cáncer de colon y recto, ayuda a reducir el colesterol sérico y la obesidad y puede afectar la secreción de insulina y el mecanismo de mantención de la glucosa en el plasma (Payne, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez, 2008). Los beneficios de la fibra dietética están bien documentados y en los últimos años los consumidores están más conscientes del importante papel que ella desempeña en la dieta de los seres humanos

Dados los beneficios que tienen la fibra dietética soluble y el potencial uso del mucílago de la linaza como goma alimenticia, esta porción ha recibido más atención que la fibra insoluble de la linaza (Daun, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez. 2008). El mucílago está compuesto por dos polisacáridos, uno neutro (aproximadamente 75%) y otro ácido. El polímero neutro está formado por una cadena central de  $\beta$ -D-xilosa

unidas con enlaces 1-4, que tiene cadenas laterales de arabinosa y galactosa en posición 2 y 3. El polímero ácido está formado por una cadena principal de residuos de (1→2)-  $\alpha$ -L ramnopiranosil y de ácido (1→4)- D-galactopiranosilurónico, con cadenas laterales de fucosa y galactosa. El componente principal del polímero neutro es la xilosa (62,8%) y el del polímero ácido es la ramnosa (54,5%), por lo que la relación ramnosa/xilosa se usa frecuentemente para estimar la relación entre polisacáridos ácidos/neutros. Esta relación fluctúa entre 0,3 y 2,2. Los estudios realizados acerca de la composición del mucílago de linaza indican que la composición de monosacáridos del mucílago varía significativamente entre diferentes cultivares de linaza.

Los cultivares con mayor contenido de polisacáridos neutros muestran mayor viscosidad aparente y formación de geles más firmes. Pero, el mucílago de la linaza es un hidrocoloide complejo polidisperso y los diferentes comportamientos reológicos observados en los cultivares está causado tanto por las diferencias en la proporción entre polímeros neutros y ácidos como por el peso molecular y la conformación estructural de los polisacáridos (Daun, citado por Figuerola, Muñoz y Estevez. 2008).

## **1.9. ÁCIDOS GRASOS.**

### **1.9.1. Importancia de las Grasas en la Alimentación Diaria**

El cuerpo necesita energía para realizar todas sus funciones biológicas (movimiento, digestión, etc.). La forma más "concentrada" de proporcionar esta energía son los lípidos o grasas, que aportan 9 kilocalorías por cada gramo de peso. Las grasas intervienen también en los procesos de crecimiento. El cuerpo humano, desde su nacimiento hasta la edad adulta, crece en altura y en peso. Los músculos, la piel y los huesos pueden asegurar su crecimiento sólo si existe una fuente de grasas en nuestra dieta ya que en la estructura de todas nuestras membranas biológicas hay componentes grasos. (Grupo Cardinal, 2010)

Las unidades básicas de las que están compuestas las grasas comestibles son los denominados ácidos grasos. La fórmula básica es  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$ . Se clasifican en dos grupos dependiendo del número de dobles enlaces que estos tengan:

- Ácidos grasos saturados, todos sus enlaces son sencillos. Tienen la función principal de suministrar energía al organismo, sin embargo, frecuentemente se asocian con niveles altos de colesterol.
- Ácidos grasos insaturados, con una función metabólica importante en la producción de hormonas, en la génesis y/o el control de procesos inflamatorios.

### **1.9.2. Digestión, Absorción y Transporte de los Ácidos Grasos**

Al comprender las particularidades de digestión, absorción y transporte de grasas en el organismo animal podemos comprender cuales son los fenómenos que intervienen en el depósito de los ácidos grasos omega 3 en el huevo en el tracto genital de la gallina, como en el de la codorniz.

Las grasas ofrecidas en la alimentación llegan al aparato digestivo del ave, se produce el fenómeno de emulsificación por acción de las sales biliares, desencadenado por la lipasa pancreática, se introducen las grasas en forma de micelas al interior de la célula de la mucosa intestinal, los ácidos grasos se esterifican para posteriormente ser depositados en el aparato de golgi por medio de transportadores denominados portamicrones, estas

partículas tienen la capacidad de viajar libremente por la sangre debido a su carácter anfipático, por esta vía, la vena porta, llegan al hígado donde existe una reesterificación de las grasas similar a lo que ya ocurrió en las células de mucosa intestinal, las células hepáticas utilizan las lipoproteínas de muy baja densidad, para conducir las grasas hasta los tejidos extra hepáticos para su posterior utilización en energía, a su vez una vez utilizada la grasa por estos tejidos los fragmentos restantes así como grasa depositada en tejidos como energía de reserva que podrá ser utilizada por el hígado para resintetizar nuevos ácidos grasos siendo conducido por lipoproteínas de alta densidad (Mann. 2002).

Según Mann (2002), el ofrecimiento de grasas que contenga un perfil alto de grasas poliinsaturadas del tipo de omega 3 permite un eficiente depósito de estas grasas en el huevo para lo cual debemos cumplir con ciertas condiciones que nos exige el metabolismo animal como:

La alimentación con fuentes de ácidos omega 3 debe cumplir con un tiempo no inferior de 14 a 21 días, es el requerimiento que necesita las aves para obtener un eficiente depósito de estas grasas en el huevo, además debemos recordar que al ser una grasa poliinsaturada, los fenómenos de rancidez oxidativa por factores estresantes se pueden desencadenar fácilmente, para lo cual deberemos estabilizar las grasas poliinsaturadas protegiéndolas de la oxidación por medio de suplementos de vitamina E, Se, Vitamina C o carotenoides, en el caso de la vitamina E mencionada en párrafo anterior se sugieren niveles de hasta 200 UI/ Kg. de alimento (Mann, 2002).

Debemos recordar que la fuente de los ácidos omega 3 es como primera opción el aceite de pescado, debiendo incrementarlo hasta un nivel de incluso que no sobrepase 2.5% de la ración alimenticia, debido a los frecuentes problemas con respecto al olor y sabor a pescado en los productos terminados, una de las sugerencias sería el uso de aceite de linaza para cumplir con los perfiles de ácidos grasos omega 3 deseados en el huevo para consumo (Mann, 2002).

Por último el nivel de ácidos omega 3 en el huevo debe encontrarse entre 200 a 500mg para considerarlo un huevo de esta categoría (Mann. 2002)

### **1.9.3. Tipos de Grasas Comercializadas**

Según Dolz (1996), la mayor parte de las grasas comercializadas son triglicéridos y ácidos grasos libres, aunque fosfoglicéridos, esfingolípidos, ceras, terpenos, esteroides y prostaglandinas también forman parte de los lípidos.

Las grasas, debido a su origen o procesado, presentan oportunidades de utilización muy diferentes en función de la especie destino, estado fisiológico y tipo de producción (Dolz. 1996).

Los aceites de pescado no suelen utilizarse en nuestro país debido a su precio, su inestabilidad y a que pueden dar lugar a sabores anómalos al producto final. A pesar de ello y debido a la bonanza de su composición en ácidos grasos poliinsaturados, existe cierta utilización en piensos de avicultura de puesta (Dolz. 1996).



Los aceites crudos son, en general, los que suelen presentar mayor calidad dado que no han sido sometidos a utilización previa alguna, no son mezclas y se suelen procesar correctamente. El más utilizado es el aceite de soja, aunque también se encuentran de colza, girasol y linaza, todos ellos muy insaturados (Dolz. 1996).

#### **1.9.4. Ácidos Grasos Esenciales**

Son aquellos que nuestro metabolismo es incapaz de producir o lo hace en cantidad insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo y que por tanto, es necesario aportarlos de forma exógena (con la dieta o con suplementos ricos en ellos).

La esencialidad viene dada porque los mamíferos carecen de las enzimas necesarias para insertar dobles enlaces en los carbonos que están más allá del carbono 9 y es por tanto necesario tomarlos directamente o bien sintetizarlos a partir de sus precursores por procesos de desaturación y elongación alternantes (Grupo Cardinal, 2010).

Según el grupo Cardinal (2010) Los ácidos grasos esenciales están presentes en cada célula sana del cuerpo y son críticos para el normal crecimiento y la funcionalidad de células, nervios y órganos. Las deficiencias en AGE se relacionan con una gran variedad de problemas, incluyendo algunos de gran importancia como son enfermedades cardíacas, cáncer y diabetes. Se ha estimado que más del 80% de la población americana ingiere cantidades insuficientes de ácidos grasos esenciales en su dieta.

La sintomatología de la deficiencia o del desequilibrio en AGE, incluyen piel seca y descamada, pelo excesivamente desvitalizado, uñas quebradizas, fatiga, debilidad, infecciones recurrentes, alergias, alteraciones del humor, hiperactividad, depresión, problemas de memoria y aprendizaje, lenta curación de las heridas, articulaciones dolorosas, digestiones lentas, tensión arterial elevada, obesidad y colesterol alto (Grupo Cardinal, 2010).

La efectividad de los AGE puede incrementarse reduciendo la ingesta de azúcares y de alcohol de la dieta. Hay nutrientes que aumentan la cantidad de AGE, como son las vitaminas del complejo B, la vitamina C, el zinc y el magnesio.

Los Ácidos Grasos Esenciales para el hombre son: el ácido alfa-linolénico y sus derivados los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, EPA, DPA y DHA (familia omega-3) y el ácido linoleico, precursor de la familia omega-6.

Los Ácidos Grasos Omega-3 son los constituyentes de las paredes de las membranas celulares de tejidos y de múltiples órganos humanos, particularmente del cerebro y del sistema nervioso central, donde desempeñan numerosas e importantes funciones (Grupo Cardinal, 2010):

1. Son indispensables para el mantenimiento de la estructura de las membranas biológicas porque son elementos constitutivos de los fosfolípidos.
2. Son los precursores de los eicosanoides, que son mediadores químicos a nivel celular.

3. Regulan los lípidos hemáticos, especialmente el colesterol y los triglicéridos; además desarrollan una acción preventiva de la arteriosclerosis.
4. Controlan los procesos inflamatorios.

Los Ácidos Grasos Omega-3 reducen la tendencia a la formación de trombos, ya que aumentan el tiempo de coagulación; disminuyen la agregación plaquetaria, la viscosidad sanguínea y el fibrinógeno y aumentan la deformabilidad eritrocitaria.

Está más que demostrado que los ácidos grasos omega-3 desempeñan un papel fundamental en la mejoría de las enfermedades cardiovasculares y de fenómenos inflamatorios y por tanto, en la disminución de diversas patologías crónicas, como por ejemplo, el asma, siendo además imprescindibles durante el embarazo ya que son necesarios para el desarrollo de la retina y del cerebro. También se han comprobado sus beneficiosos efectos en la reducción del tamaño de tumores, como el de mama o el de colon (Grupo Cardinal, 2010)

El único ácido graso de la familia omega-6 esencial para el hombre es el ácido linoleico; presente en grasas de origen animal y también en muchos aceites vegetales, por ejemplo, el aceite de maíz (contiene aproximadamente el 65% de ácido linoleico), el aceite de girasol y en general en los aceites de semillas y en las nueces. A pesar de ser un ácido graso esencial, una cantidad excesiva de ácido linoleico es la base de diversos procesos inflamatorios del organismo.

El aceite de semillas de lino es una fuente rica en ácido alfa-linolénico, pero su tasa de conversión en sus derivados los ácidos grasos poliinsaturados de larga cadena, EPA, DPA y DHA es tan sólo del 5%, luego no es una fuente útil para proporcionar ácidos grasos omega-3, en el cuadro 9 se puede apreciar la nomenclatura de los ácidos omega 3 y 6.

La adición a las dietas de niveles adecuados de estos ácidos grasos esenciales repercute favorablemente sobre la producción animal. En general, se suelen imponer en las dietas niveles mínimos para el linoleico, aunque en algunos casos también se utilizan límites máximos de este ácido graso para evitar consistencias de grasa no deseables en la canal. En la práctica, es difícil encontrar dietas deficientes en ácidos grasos esenciales. No obstante, en ese caso, repercutirían negativamente en el crecimiento y provocarían lesiones dérmicas. Del mismo modo, es difícil determinar las necesidades debido a las interacciones que se producen entre ellos y con el resto de la dieta Cunnane, citado por Dolz (1996).

**CUADRO 9: Nomenclatura de los principales ácidos grasos omega-3 y omega-6**

<b>NOMBRE COMÚN DEL ÁCIDO GRASO</b>	<b>NOMENCLATURA ABREVIADA</b>
Ácido alfa-linolénico	18:3 w3
Ácido eicosapentaenoico (EPA)	20:5 w3
Ácido docosapentaenoico (DAP)	22:5 w3
Ácido docosahexaenoico (DHA)	22:6 w3
Ácido linoleico	18:2 w6
Ácido gamma-linolénico	18:3 w6
Ácido Araquidónico	20:4 w6

Fuente: Grupo Cardinal. 2010

### **1.9.5. Importancia del equilibrio omega-6/omega-3**

Los ácidos grasos omega-3 y los omega-6, son fundamentales para el organismo humano y se absorben siguiendo relaciones de equilibrio. Una alimentación correcta debe proporcionar adecuadamente equilibrados los omega-6 y los omega-3, es decir en una relación de 4/1 (Grupo Cardinal, 2010).

Algunos estudios desarrollados en los años 40 en los EE.UU. establecieron un vínculo entre el exceso de colesterol y grasas saturadas de la alimentación y la mayor incidencia de afecciones cardiovasculares. Como consecuencia de este hecho, durante años se ha potenciado indiscriminadamente la ingesta de vegetales y de aceites de semillas (girasol, soja, etc.) lo que ha provocado un gran excedente de ácidos grasos omega-6 en detrimento de los saludables omega-3. Esta práctica no es en absoluto recomendable, ya que una dieta que proporciona gran cantidad de omega-6 a expensas de una reducir los omega-3 estimula los fenómenos inflamatorios en el organismo (Grupo Cardinal, 2010).

La relación de equivalencia entre los dos tipos de ácidos grasos (omega-6/omega-3) es crítica porque permite regular cientos de funciones metabólicas. En la actualidad nuestra dieta presenta un consumo de ácido linoleico muy superior a las necesidades del cuerpo humano, con una relación omega-6/omega-3 que puede llegar a ser de 25/1 o incluso más (por ejemplo en EE.UU. es casi 100/1).

La alimentación occidental no nos ayuda mucho a satisfacer esta necesidad ya que a diferencia de los omega-6, los omega-3 son bastante infrecuentes en nuestra alimentación diaria y además no somos capaces de "sintetizarlos" a partir de otras fuentes alimentarias. Por tanto es necesario aportar un complemento que nos garantice que estamos ingiriendo suficiente cantidad de ácidos grasos omega-3 de gran calidad.

#### **1.9.6. Ingestas Diarias Recomendadas (IDR) de Omega-3**

Los ácidos grasos Omega-3 (EPA, DHA y DPA) se deben consumir diariamente para garantizar un correcto metabolismo de las grasas. Debemos recordar siempre que nuestro organismo no puede prescindir de las grasas: el problema, como sucede siempre, reside en el adecuado equilibrio de su aporte, en calidad y cantidad (Grupo Cardinal, 2010).

Los omega-3 desempeñan una importante misión en la prevención de muchas enfermedades. En 1996 se revisaron los niveles de consumo diario de los distintos nutrientes para la población. La SINU (Sociedad Italiana para la Nutrición Humana) incorporó los ácidos grasos omega-3 a los nutrientes esenciales, indicando como requerimientos diarios recomendados en 1 gramo de ácidos grasos omega-3. Además se establecieron distintas recomendaciones como se muestra en el cuadro 10, según los grupos de población (Grupo Cardinal, 2010):

#### **CUADRO 10: Ingestas diarias recomendadas (IDR) de ácidos grasos omega 3**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>EDAD (años)</b>	<b>OMEGA 3/d/g</b>
Recién nacidos	0,5-1	0,5
Niños / niñas	1-3	0,7
	4-10	1
Chicos	11-14	1
Hombres	>15	1,5
Chicas	11-14	1
Mujeres	>15	1
Embarazadas y Lactantes		1

Fuente: Grupo Cardinal. 2010

Según el Grupo Cardinal (2010). Otros organismos internacionales han dictado recomendaciones respecto a las ingestas de omega-3:

- El Departamento Canadiense de Salud, recomienda una dieta que contenga al menos 1,8 g de omega-3. Actualmente el consumo medio de omega-3 en el norte de América y en Europa es de 0,5 g por día.
- La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los productos para recién nacidos y niños se enriquezcan con ácidos grasos omega-3.