



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGISTER EN ZOOTECNIA MENCIÓN EN NUTRICIÓN ANIMAL**

**TEMA:**

**USO DE DIFERENTES MATERIAS PRIMAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS  
ENRIQUECIDOS CON OMEGA-3 EN GALLINAS PONEDORAS**

**AUTOR:**

**MINANGO RODRÍGUEZ, PAOLA MARICELA  
PÉREZ MERINO, VERÓNICA CRISTINA**

**DIRECTOR:**

**DR. CHAVES PAZMIÑO, DIEGO ALBERTO, MVZ, MSc.**

**SANGOLQUÍ - 2023**



# INTRODUCCIÓN

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. Objetivos
4. Materiales y Métodos
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

## A.G Saturados y Polinsaturados



Grasas Saludables

**VS**

## A.G Trans



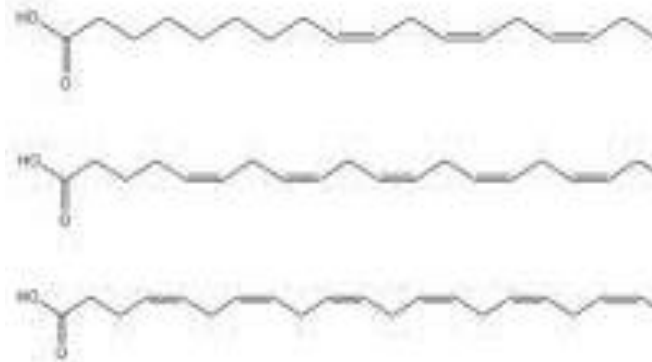
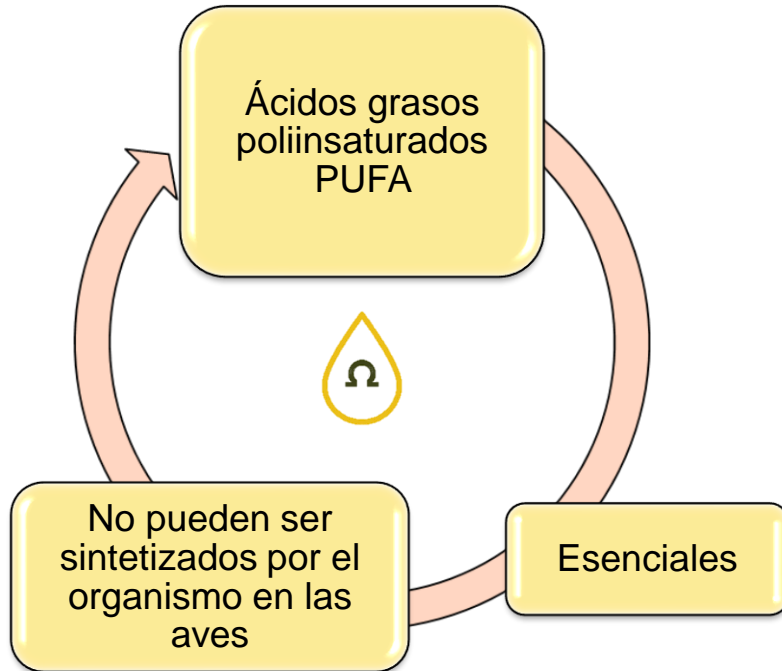
Grasas que causan daños irreparables

Fuente: (FAO, 2008).



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## ¿Qué son los ácidos grasos omega-3?



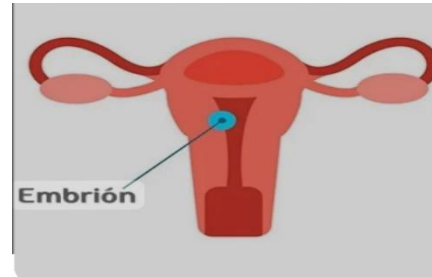
ALA ácido alfa-linolénico C18:3
EPA ácido eicosapentaenoico C20:5
DHA ácido docosahexaenoico C22:6

Fuente: (FAO, 2008).



## Los beneficios del consumo de los omega 3 en humanos

### Fertilidad



### Gestación



### Desarrollo Cognitivo y Ocular





# INTRODUCCIÓN

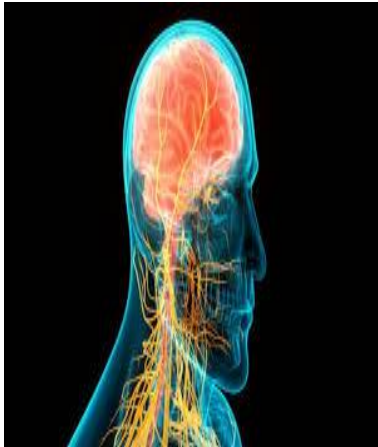
Controla el TDHA



Mejora la memoria y concentración



Beneficia al sistema nervioso



Controla depresión



Reduce problemas de Demencia senil, Alzheimer y Parkinson



Castellanos & Rodríguez, 2014



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# INTRODUCCIÓN

Previenen enfermedades cardiovasculares



Evitan Diabetes Mellitus



Evitan Cáncer



Eliminan síndrome del ojo seco



# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes del consumo de omega 3: Groenlandia

El consumo de omega 3 se evidenció en las dietas de los esquimales



Altas concentraciones EPA y DHA

Al comparar con dietas occidentales, tenían menor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares



**33%**



Bang & Dyerberg, 1971



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# INTRODUCCIÓN

La oferta de omega 3, cada vez es menor

Los peces ya no son de captura, sino de cultivo

Generando costos de producción.

Subiendo el precio y bajando la demanda



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# INTRODUCCIÓN

Nuevas alternativas



Cual es la base de la alimentacion de los peces?



De donde se extraen estos aceites esenciales?



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## Actualidad sobre del consumo de omega 3

Nuevas alternativas para el consumo



Especies vegetales  
la opción principal

Linaza



Chia



Algas marinas



Sacha inchi



Puchades (2021)



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## Los beneficios del consumo de los omega 3 en aves



- Respuesta Inmune.
- Propiedades antiinflamatorias.
- Mejora contenido mineral oseo.
- Mejora de Fertilidad e Incubabilidad.



Enriquecimiento de huevos y traspasarlos a sus consumidores.



## Omega 3 y la yema del huevo



Yema está compuesta por un 30 % de lípidos:

62 % son Triglicéridos

33 % fosfolípidos

<5 % de Colesterol

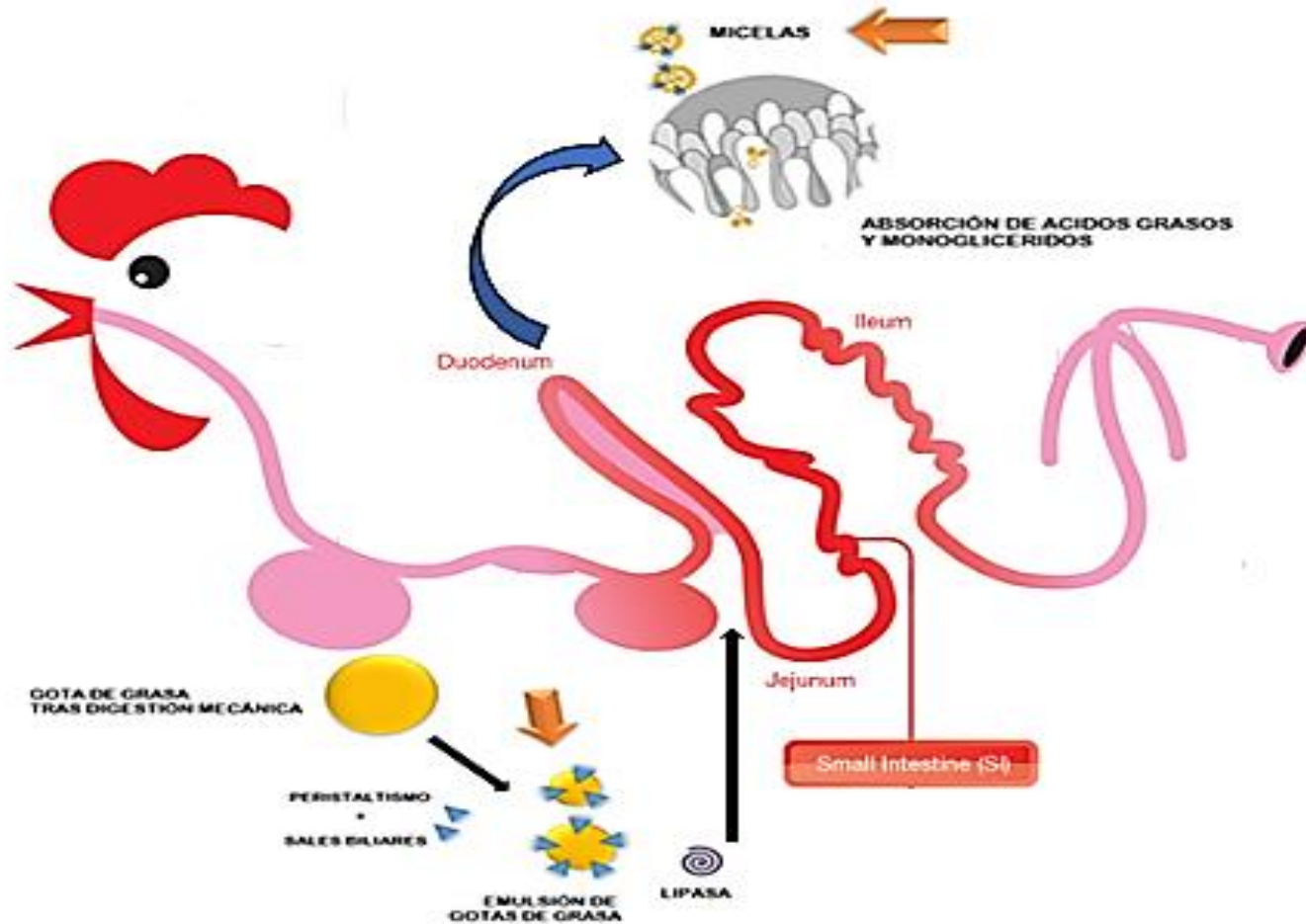
<1 % de Carotenoides

- Consumo de PUFA, modifican la composición lipídica normal de una yema de huevo.  
Cardaci (2019)
- Omega 3 influyen directamente en las concentraciones de colesterol.  
Elkin (2006)

Rakonjac, y otros, (2014)



## Transporte y absorción de lípidos



## Omega 3 y la yema del huevo

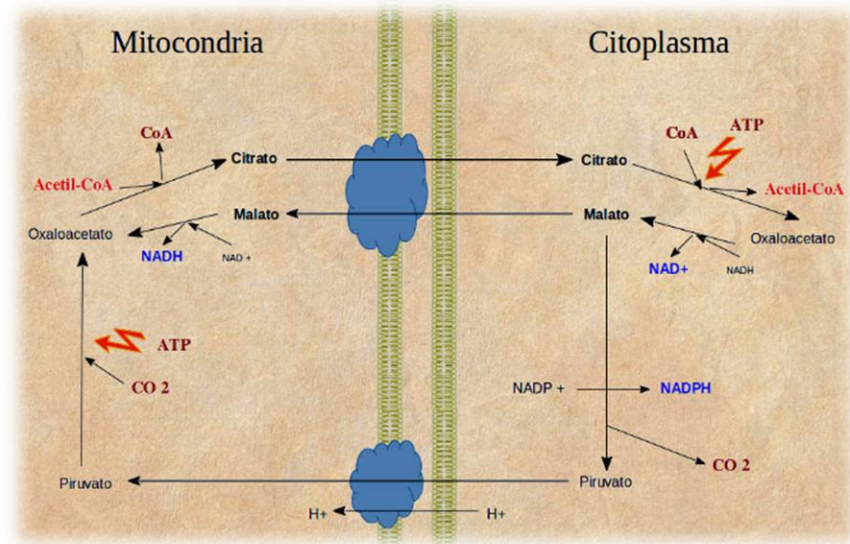
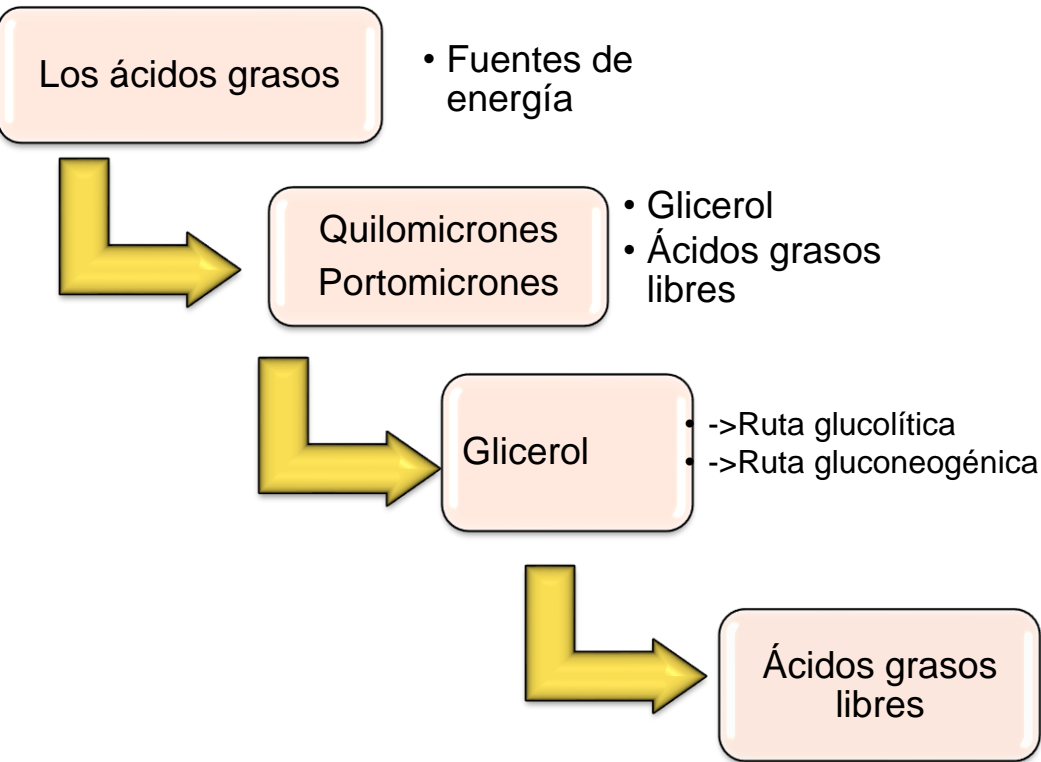


Antruejo, (2010)



# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## Metabolismo de las grasas



Roque (2023)



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## Elongación de ácidos grasos

Los omegas 3 y 6, son precursores



Mediante la elongación y desaturación



Ácido Linoleico

Aumenta un doble enlace y forma el ácido  $\alpha$ -linoléico

Reorganiza sus enlaces

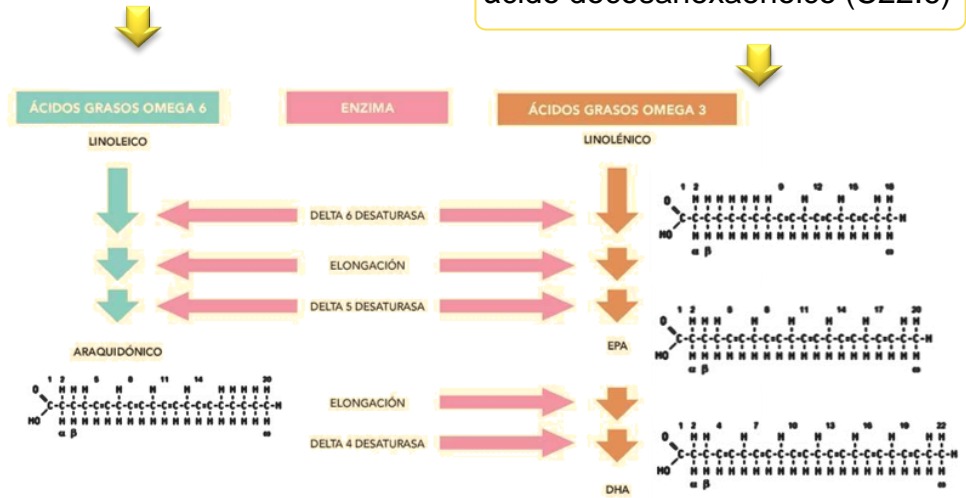
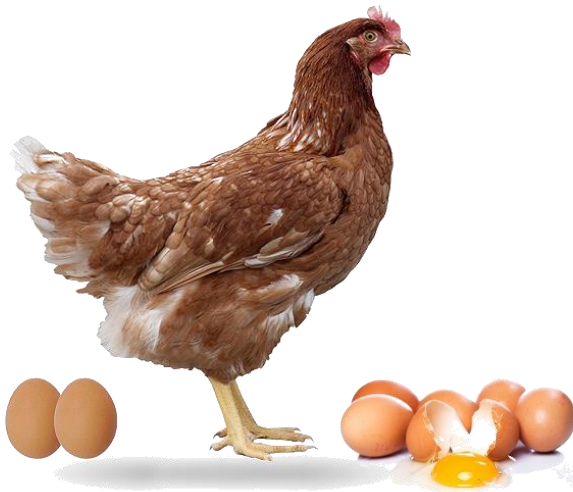
Ácido Araquidónico (C20:4)

Ácido Linoléico

Elonga sus carbonos y reorganiza sus dobles enlaces

Forma el ácido eicosapentaenoico (C20:5)

Alarga sus carbonos y forma el ácido docosahexaenoico (C22:6)



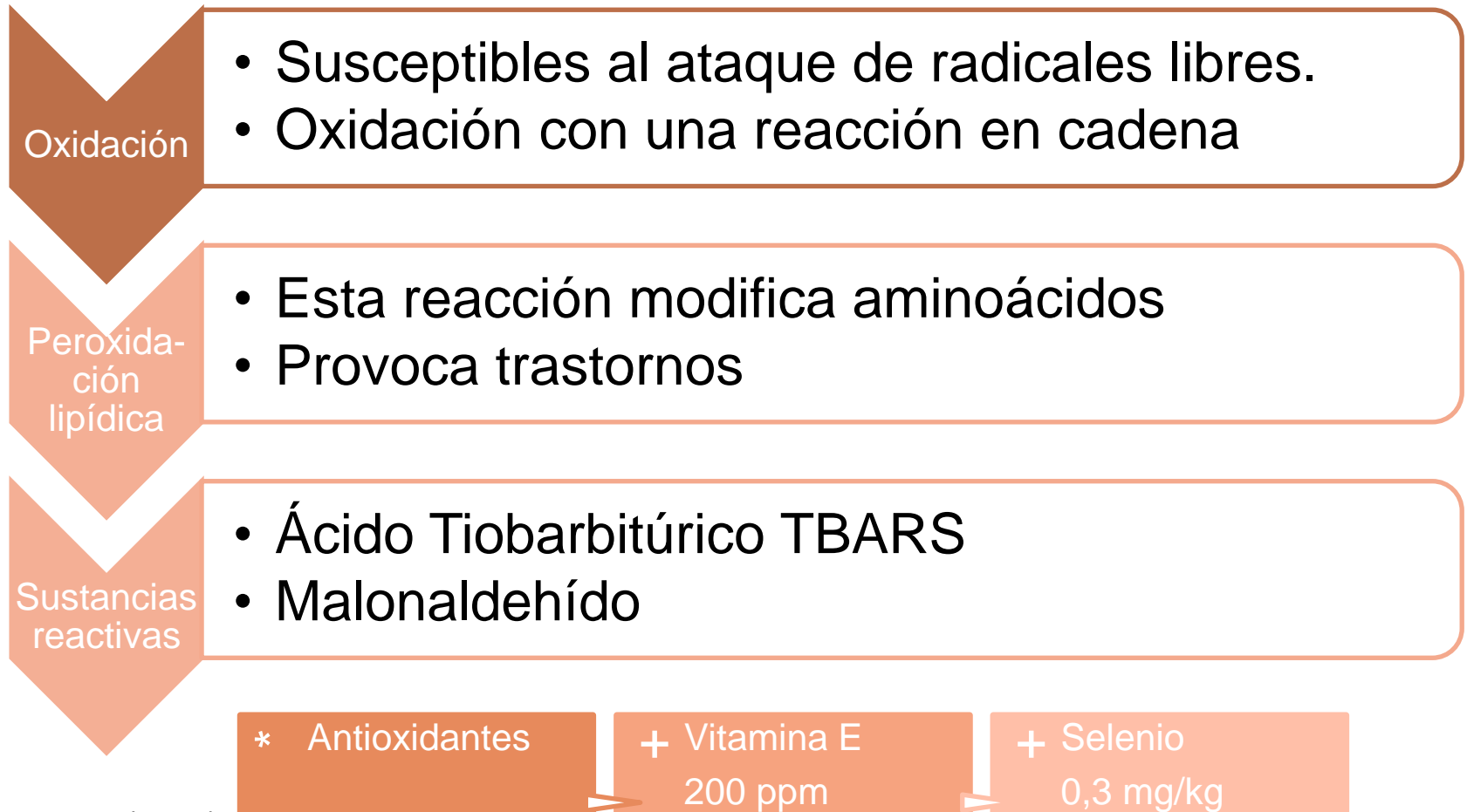
(Molina & Martín, 2010), (Roque, 2023)



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



## Oxidación de las grasas



Rocha y otros (2010)

Loyaga-Cortez, Mendoza-Ordoñez, Ybanez-Julca, & Asunción-Álvarez, (2020)



### ¿Cuándo consideramos que un huevo es enriquecido?



Contenido 150 mg / 100 g de yema

OMEGA 3



Contenido 300 mg / 100 g de yema; (3%)  
(Tello & Guerrero 2007).



A las cuatro semanas de alimentación continua, ya existe concentración de ácidos grasos en yema de huevo (Lucas, 2011).

**USO DE DIFERENTES MATERIAS  
PRIMAS SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE HUEVOS  
ENRIQUECIDOS CON OMEGA 3  
EN GALLINAS PONEDORAS**



# OBJETIVOS:

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. **Objetivos**
4. Materiales y Métodos
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

## General

- Evaluar el efecto del uso de diferentes materias primas (semillas de linaza, chía, algas marinas y sachá inchi) en dietas de gallinas ponedoras y su efecto en la concentración de ácidos grasos omega 3 en el huevo de mesa.





## Específicos

- Elaborar dietas ricas en omega 3 para gallinas de postura, utilizando diferentes niveles de inclusión de semillas de linaza, chía, algas marinas y sachá inchi.
- Evaluar los parámetros zootécnicos de producción, en las aves alimentadas con las dietas establecidas.
- Determinar la condición hepática de las aves luego de alimentarse con dietas ricas en omega 3.
- Valorar el contenido de ácidos grasos y la calidad del huevo de mesa en todos los tratamientos establecidos.



# MATERIALES Y MÉTODOS

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. Objetivos
4. **Materiales y Métodos**
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

- **Área de influencia**

La investigación se realizó en la hacienda “El Prado” ubicada en el sector Selva Alegre, parroquia Sangolquí del Cantón Rumiñahui en la Provincia de Pichincha.



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Línea genética:

**LOHMANN BROWN CLASSIC.**

- Edad: 83 semanas



Tratamientos	Repeticiones	U. E	Total aves
A (Control)	10	5	50
B (Semillas de linaza)	10	5	50
C (Semillas de chía)	10	5	50
D (Algas marinas)	10	5	50
E (Semillas de sachá inchi)	10	5	50
Aves utilizadas			250



## Distribución de los tratamientos.

Las aves fueron dispuestas bajo un diseño completamente al azar, entorno idéntico para cada uno de los tratamientos.

# Jaula	Tratamiento	# Jaula	Tratamiento	# Jaula	Tratamiento	# Jaula	Tratamiento	# Jaula	Tratamiento
1	D6	11	C8	21	C9	31	A8	41	A10
2	A3	12	A4	22	D7	32	C3	42	D9
3	E10	13	D3	23	B5	33	E8	43	B9
4	C4	14	D10	24	E3	34	D2	44	D4
5	A7	15	C1	25	C7	35	E5	45	A2
6	E4	16	E1	26	B7	36	C5	46	E7
7	C10	17	B4	27	E6	37	A5	47	A1
8	A6	18	E9	28	C2	38	E2	48	D1
9	D5	19	B10	29	B2	39	B8	49	C6
10	B6	20	A9	30	D8	40	B1	50	B3



- Identificación jaulas



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



La formulación de la dieta se realizó en el software DIETA; estas fueron: iso proteicas, iso energéticas

Ingredientes %	Dieta Experimental				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
Maíz	61,6	57,97	54,83	55,97	59,77
Pasta de Soya	21,3	20,04	20,51	20,79	20,05
Afrecho de Trigo	3,18	5,13	7,9	6,72	4,44
Aceite de Palma	2	2,34	4	2	2
Linaza	--	2,6	--	--	--
Chía	--	--	0,82	--	--
Algas marinas	--	--	--	2,58	--
Sacha Inchi	--	--	--	--	1,77
Premezcla vitamínico-mineral*	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Carbonato de calcio 39%	10,18	10,15	10,16	10,16	10,18
Sal	←-----		0,40	-----→	
Enzimas**	←-----		0,04	-----→	
Lisina	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Metionina	0,19	0,19	0,2	0,19	0,19
Treonina	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01
Triptófano	0,001	--	0,001	0,001	0,002
Cloruro de Colina 60%	←-----		0,08	-----→	
Aluminosilicato	←-----		0,1	-----→	
Antimicótico	←-----		0,2	-----→	
<b>Composición calculada</b>					
Energía Metabolizable [kCal/kg]	2880	2880	2880	2880	2880
Proteína [%]	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
Ácido linolénico [%]	0,06	0,5	0,5	0,5	0,5



- Elaboración alimento balanceado.



# Variables de la investigación

## Zootécnicas.

Conversión Alimenticia

Porcentaje de postura

Peso de las aves

Mortalidad

## Calidad de huevo.

Coloración de yema

Grado de frescura

Espesor de cáscara

Peso de huevo

Resistencia de cáscara

Clasificación de huevos por peso

## Laboratorio.

Concentración de omega 3 en la yema

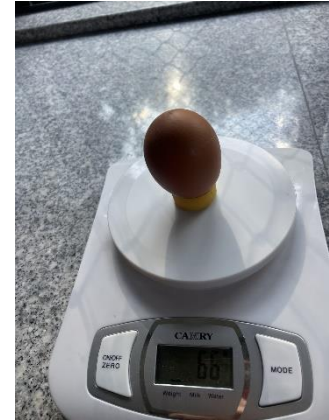
Condición hepática de las aves

## Evaluación sensorial.





- Toma de muestras para laboratorio



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. Objetivos
4. Materiales y Métodos
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

## Zootécnicas.

Conversión alimenticia.

Semana	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
3	1,75 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>
4	1,75 <sup>a</sup>	1,81 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>

Medias con una letra en común en una columna no son significativamente diferentes

Porcentaje de postura.

Semana	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
1	73 <sup>a</sup>	78 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>
2	80 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>
3	70 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>
4	66 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>

Medias con una letra en común en una columna no son significativamente diferentes





## Peso de las gallinas.

Semana	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
1	2075 <sup>a</sup>	2063 <sup>a</sup>	2006 <sup>a</sup>	1987 <sup>a</sup>	2014 <sup>a</sup>
2	2102 <sup>a</sup>	2079 <sup>a</sup>	1997 <sup>a</sup>	2038 <sup>a</sup>	2009 <sup>a</sup>
3	2127 <sup>a</sup>	2099 <sup>a</sup>	2034 <sup>a</sup>	2078 <sup>a</sup>	1992 <sup>a</sup>
4	2082 <sup>a</sup>	2066 <sup>a</sup>	2021 <sup>a</sup>	2048 <sup>a</sup>	1875 <sup>a</sup>

Medias con una letra en común en una fila no son significativamente diferentes

## Mortalidad.

	Tratamiento	%Mortalidad
A	Control	0
B	Linaza	0
C	Chía	0
D	Algas Marinas	0
E	Sacha Inchi	0

Aguillón-Páez (2016) con 13,5 % de linaza no encontró diferencias.

Antruejo (2010) con 15% de linaza, 25% de chía, afirma que no fue posible encontrar diferencias.

Zamora Huaman (2022), con 4% de aceite de sachá inchi no presentó variación.



## Calidad de huevo.

ANALIZADOR DIGITAL DE HUEVOS DET 6000  
EMPRESA DSM

Variable	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi

Color de yema (unidades DSM)

Grado de frescura (unidades Haugh)

Espesor de cáscara (mm)

Peso Huevo(g)

Resistencia de cáscara (kgF)



**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

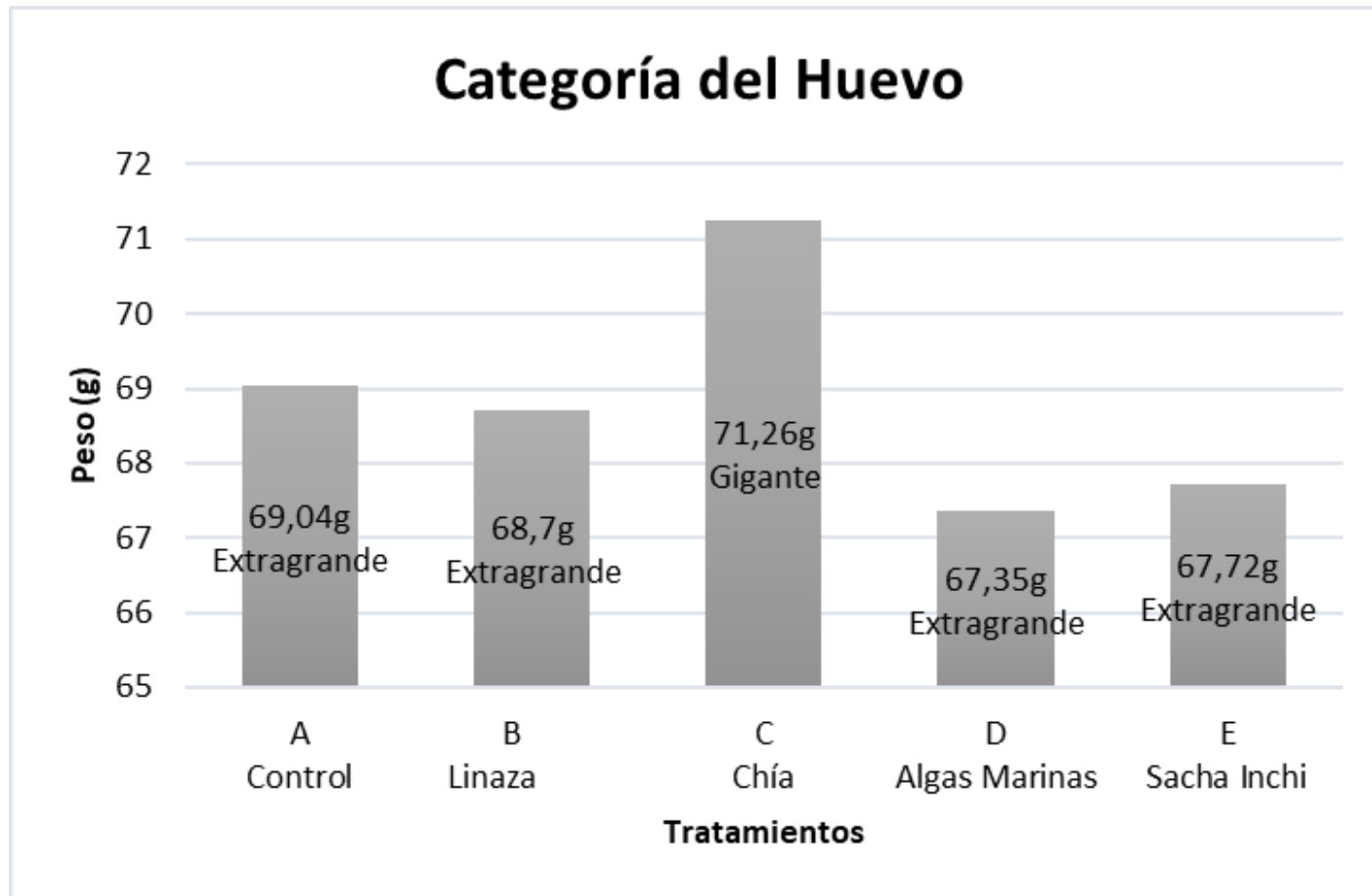
## Calidad de huevo.

Variable	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
Color de yema (unidades DSM)	7,83 <sup>a</sup>	7,65 <sup>a</sup>	7,95 <sup>ab</sup>	8,38 <sup>b</sup>	8,03 <sup>ab</sup>
Grado de frescura (unidades Haugh)	74,17 <sup>a</sup>	76,61 <sup>a</sup>	88,31 <sup>a</sup>	79,23 <sup>a</sup>	74,78 <sup>a</sup>
Espesor de cáscara (mm)	0,32 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>
Peso Huevo(g)	69,04 <sup>ab</sup>	68,70 <sup>ab</sup>	71,26 <sup>b</sup>	67,35 <sup>a</sup>	67,72 <sup>ab</sup>
Resistencia de cáscara (kgF)	4,11 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	3,68 <sup>a</sup>

Medias con una letra en común en una fila no son significativamente diferentes



# Clasificación de huevo



Antruejo, (2010), 25% de chía el huevo categoría extragrande (66,88 g).

Vega Franco, (2021) 30% de linaza categoría grande (59,89 g)

INEN 1973:2013



## Concentración de omega 3 en yema de huevo.

Variable	Tratamiento					
	Inicio			Fin		
	A	A	B	C	D	E
	Control	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
Ácido Alfa Linolénico (Omega 3)	100	140	450	280	210	420

*Nota:* Unidad: mg/100 g yema.

Shafey, Al-Batshan, & Farhan (2015) con 5% de linaza, concentra 512 mg/100 g yema.

Antruejo (2010), con 25% de chía logra una concentración del 1084 mg/100 g yema.

Viteri (2013), con 5% de inclusión de algas marinas se obtuvo el 200 mg/100 g yema de omega 3, y con el 10% obtuvo 197 mg/100 g yema.

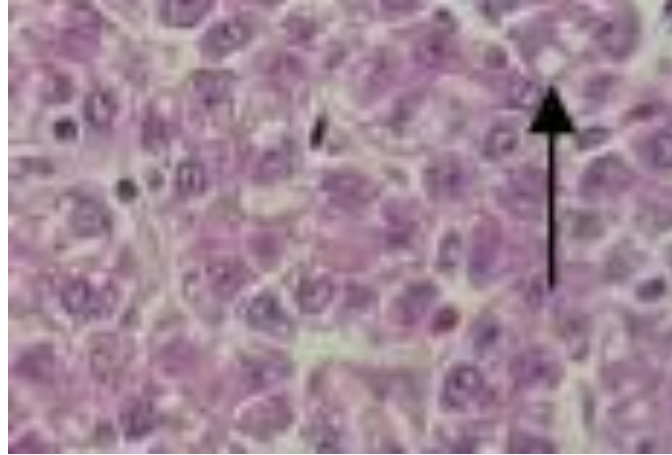
Zamora Huaman (2022), con 1% aceite de sachá inchi presentan 381 mg/100 g yema, y con el 2% de se obtienen 595 mg/100 g yema.





## Condición hepática por tratamiento

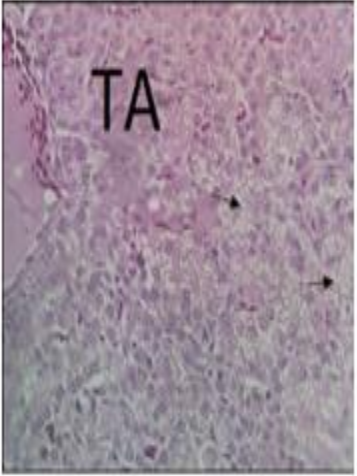
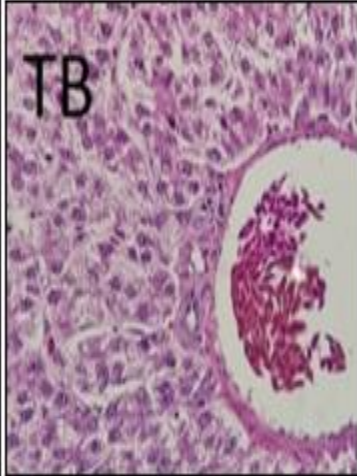
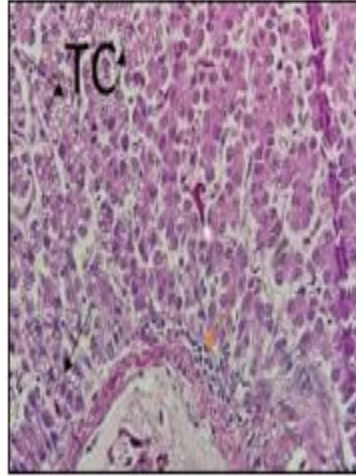
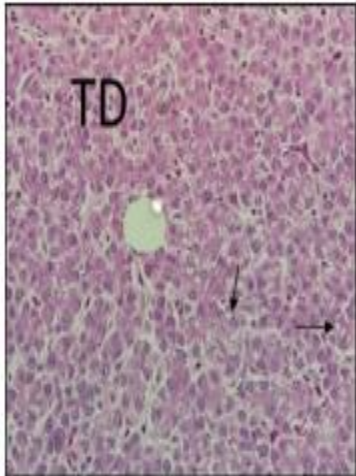
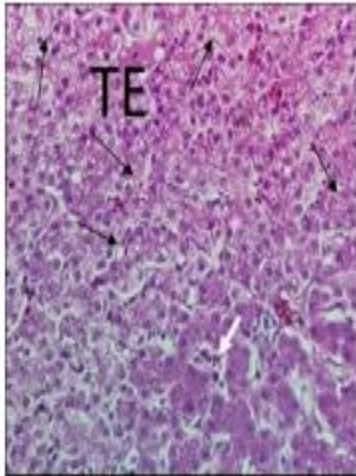
**Tinción:**  
Hematoxilina-eosina



<b>Graduación histológica</b>	<b>Descripción</b>
Normal	No existe
Leve	<1/3
Moderada	1/3 a 2/3
Alta	>2/3



# Condición hepática por tratamiento

Control	Linaza	Chía	Algas marinas	Sacha inchi
				
Graduación Histológica				
Leve	Normal	Moderada	Leve	Alta




# Evaluación sensorial.





# Evaluación sensorial.

 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE  
MAESTRÍA EN ZOOTECNIA MENCIÓN EN NUTRICIÓN ANIMAL Página:  
1/1  
PROYECTO DE TITULACIÓN


Uso de diferentes materias primas sobre la producción de huevos enriquecidos con omega-3 y omega-6 en gallinas ponedoras.

**Instrucciones:**  
Frente a usted se presentan cinco muestras de huevos duros cocidos. Por favor observe y pruebe cada uno de ellos de izquierda a derecha.  
Indique el grado que le gusta o disgusta en cada atributo de cada muestra; escribir el número correspondiente en los casilleros con la siguiente escala.

Escala	Descripción
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta levemente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta levemente
5	Me gusta mucho

Tratamiento/Atributo	A	B	C	D	E
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

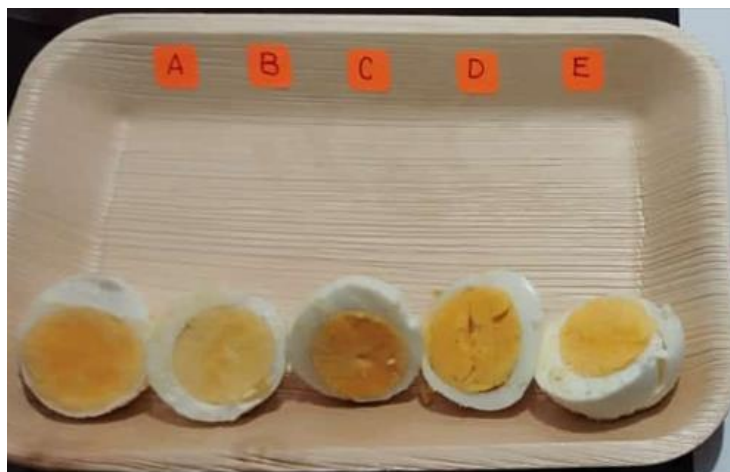
¡Les agradecemos por su gentil ayuda en la evaluación!



## Evaluación sensorial.

Variable	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas Marinas	Sacha Inchi
Color	3,41 <sup>ab</sup>	2,94 <sup>a</sup>	3,34 <sup>ab</sup>	3,66 <sup>b</sup>	3,63 <sup>b</sup>
Olor	3,06 <sup>a</sup>	3,16 <sup>a</sup>	3,31 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>	3,47 <sup>a</sup>
Sabor	3,22 <sup>a</sup>	3,41 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	2,81 <sup>a</sup>	3,69 <sup>a</sup>
Textura	3,22 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	3,53 <sup>a</sup>	3,09 <sup>a</sup>	3,78 <sup>a</sup>

Medias con una letra en común en una fila no son significativamente diferentes





## Costos.

Tratamiento	Descripción	Costo dieta	Consumo día	\$/día/gallina	Cubeta	\$/cubeta huevo
A	CONTROL	\$457,34	\$2,74	\$0,05	30	\$1,65
B	LINAZA	\$456,15	\$2,74	\$0,05	30	\$1,64
C	CHÍA	\$537,28	\$3,22	\$0,06	30	\$1,93
D	ALGAS MARINAS	\$500,51	\$3,00	\$0,06	30	\$1,80
E	SACHA INCHI	\$488,70	\$2,93	\$0,06	30	\$1,76

Tratamiento	Descripción	Diferencia \$/cubeta huevo
A	CONTROL	\$0,00
B	LINAZA	-\$0,01
C	CHÍA	\$0,16
D	ALGAS MARINAS	\$0,05
E	SACHA INCHI	\$0,04



# CONCLUSIONES

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. Objetivos
4. Materiales y Métodos
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

Variables	Tratamiento				
	A	B	C	D	E
	Control	Linaza	Chía	Algas marinas	Sacha Inchi
Zootécnicas	No presenta diferencias significativas en las semanas evaluadas.				
Color de yema (Yolk fan)	-	-	-	8,38	-
Peso de huevo (gr)	-	-	71,26	-	-
Clasificación de huevo	Extragrande	Extragrande	Gigante	Extragrande	Extragrande
Concentración omega 3	140	450	280	210	420
Condición hepática	Leve	Normal	Moderada	Leve	Alta
Evaluación sensorial (color)	-	-	-	3,66	-
Costos	\$0,00	-\$0,01	\$0,16	\$0,05	\$0,04

La materia prima que concentra mayor cantidad de omega 3 en la yema de huevo es la semilla de Linaza, no altera la condición hepática del animal y su costo es menor .



# RECOMENDACIONES

1. Introducción
2. Fundamento Teórico
3. Objetivos
4. Materiales y Métodos
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
7. Recomendaciones

Para investigaciones posteriores se recomienda:

- Aplicar una investigación sobre el efecto que producen los ácidos grasos en problemas cardiovasculares o ascitis en gallinas de postura en otros pisos climáticos.
- Realizar una evaluación de calidad de huevos a los 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento y el estado de conservación al ambiente o refrigeración.
- Evaluar el uso de las fuentes de omega 3 y la inclusión de antioxidantes como Vitamina E y Selenio sobre las mismas variables de la investigación.
- Desarrollar análisis a nivel hepático pre y post-ensayo para poder determinar si existe variación en cuanto al estatus del hígado.
- Incluir semillas de linaza, chía, algas marinas y sachá inchi para un nivel diferente de nutriente omega 3 y una oferta más amplia de consumo del alimento en gallinas ponedoras, evaluar las mismas variables.





***¡Gracias por  
su atención!***



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA