

**Evaluación de tres programas nutricionales,
estudio microbiológico y costos totales en las
líneas de postura Hy-Line CV-22[®] y Dekalb
White[®] de 18 hasta 65 semanas de edad**

**Melvin Adolfo Quezada Avila
Brenisabel Urriola Santamaría
Andrea Belen Chica Loayza
Andrea María Schinnerling Paiz**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014**

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de tres programas nutricionales, estudio microbiológico y costos totales en las líneas de postura Hy-Line CV-22[®] y Dekalb White[®] de 18 hasta 65 semanas de edad

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos, Ingeniera en Agroindustria Alimentaria e Ingeniera en
Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Melvin Adolfo Quezada Avila
Brenisabel Urriola Santamaría
Andrea Belen Chica Loayza
Andrea María Schinnerling Paiz**

Zamorano, Honduras

Octubre, 2014

Evaluación de tres programas nutricionales, estudio microbiológico y costos totales en las líneas de postura Hy-Line CV-22[®] y Dekalb White[®] de 18 hasta 65 semanas de edad

Presentado por:

Melvin Adolfo Quezada Avila
Brenisabel Urriola Santamaría
Andrea Belen Chica Loayza
Andrea María Schinnerling Paíz

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor

Evaluación de tres programas nutricionales, estudio microbiológico y costos totales en las líneas de postura Hy-Line CV-22[®] y Dekalb White[®] de 18 hasta 65 semanas de edad.

**Melvin Adolfo Quezada Avila
Brenisabel Urriola Santamaría
Andrea Belen Chica Loayza
Andrea María Schinnerling Paiz**

Resumen: Las plantas procesadoras de concentrados, han realizado sus dietas, basándose en un porcentaje de nutrientes estándar, dependiendo los requerimientos para que las se tenga un nivel máximo en la producción de huevos en las gallinas ponedoras existentes y así estar al día con las demandas del mercado. Durante años, en Honduras la calidad de huevo ha sido determinada por parámetros físicos pero no se ha conocido la calidad microbiológica desde su puesta hasta su almacenamiento. El objetivo de este estudio fue evaluar 3 alimentos nutricionales para ponedoras, entre las 18 y 65 semanas de edad, para así obtener el consumo de g/ave, conversión alimenticia, mortalidad, carga microbiana (Mesófilos Aerobios en muestreos internos y externos, Coliformes totales en externo) durante el almacenamiento, Peso del cascarón en almacenado y por producción física (Huevo sucio, huevo quebrado y huevo membrana) y costos totales en postura en dos líneas de ponedoras comerciales Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®]. Se realizaron los análisis microbiológicos en el día 0 y durante cuatro semanas, almacenando los huevos a $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ con una HR de 40-50%. El estudio consistió en utilizar dos líneas genéticas; 1 de la casa comercial Hy-line[®] y 1 de la casa comercial Dekalb White[®]. Cada una de las dietas ofrecidas, tenían el nivel recomendado de energía y nutrientes especificado en el manual de manejo Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®]. Todos los tratamientos fueron basados según el requerimiento de cada línea especificado en el manual de manejo Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®]. Se asignaron al azar 7 aves de la línea Hy-Line CV22[®] y 7 aves de la línea Dekalb White[®] en cada jaula (224 jaulas tipo pirámide de 60.9 cm ancho y 50.8 cm de profundidad). Se realizó un registro inicial del peso corporal de 2 bloques de aves, de la parte interna y la parte externa. Cuatro jaulas juntas formaron una unidad experimental. Cada uno de los tratamientos fue evaluado en base a 8 réplicas, obteniendo de esta forma un total de 16 bloques con 3 tratamientos distribuidos al azar para cada una de las líneas Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®]. El tratamiento 3, mostró diferencias significativas negativas para las variables de producción, consumo, mortalidad y huevo sucio, quebrado y membranas.

Palabras Clave: Almacenamiento, coliformes totales externos, costos fijos, depreciación, gallina ponedora, huevo, ingresos totales, límite microbiológico, mesófilos aerobio, unidades haugh, vida anaquel del huevo.

Abstract: Concentrates processing plants, have made their diets, based on a percentage of standard nutrients, depending on the requirements to the maximum level is taken into egg production in existing layers and so keep up with the demands of market. For years in Honduras has been determined by physical egg quality parameters, but has not been known microbiological quality since its start up to storage. The aim of this study was to evaluate nutritional food for three layers, between 18 and 65 weeks of age, to obtain consumption g/bird, feed conversion, mortality, microbial load (mesophilic aerobic internal and external sampling, Total Coliforms outer) during storage, shell weight and stored in physical production (dirty egg, broken egg and egg membrane) and total costs position in two lines of commercial Hy-Line CV22[®] and Dekalb White[®]. Microbiological analyses were realized on day 0 and during four weeks, eggs were stored at 25 ± 3 °C with 40-50% RH. The Study was to use two genetic lines, 1 commercial Hy-line[®] home and 1 commercial house Dekalb White[®]. Each of the offered diets, had recommended energy and specified in the operation manual of nutrient level and Hy-Line CV22[®] Dekalb White[®]; All diets were based according to the requirements of each line specified in the operation manual Hy-Line CV22[®] Dekalb White[®]. Were randomized 7 birds of the line Hy-Line CV22[®] and 7 birds of Dekalb White[®] line in each cage (224 pyramid type cages 60.9 cm wide and 50.8 cm deep). Initial registration of body weight 2 blocks of birds, from the inner part, and the outer part was performed. Four cages together formed an experimental unit. Each of the treatments was evaluated on 8 replicates, thereby obtaining a total of 16 blocks with three treatments randomized to each of the Hy-Line CV22[®] and Dekalb White[®] lines. The treatment 3 showed negative significant differences for the variables of Production, Consumption, Mortality and egg dirty, broken and membranes

Key Words: Depreciation, egg, fixed costs, haugh units, laying hens, mesophilic aerobic internal, microbiological limit, shelf life of egg, storage, total coliforms outer, total revenue.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros y anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4 CONCLUSIONES.....	29
5 RECOMENDACIONES.....	30
6 LITERATURA CITADA.....	31
7 ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Dietas de tratamiento en el ensayo, usando los requerimientos para la línea HyLine CV22 [®] y Dekalb White [®]	4
2.	Distribución de los tratamientos	5
3.	Perfil nutricional de la dieta 1(18-42).....	6
4.	Perfil nutricional de la dieta1 (43-65).....	6
5.	Perfil nutricional de la dieta 2 (18-42).....	7
6.	Perfil Nutricional de la dieta 2 (43-65).....	7
7.	Perfil nutricional de la dieta 3 para la línea Hy-Line CV22 [®] fase I a IV (18-65)	8
8.	Perfil nutricional de la dieta 3 para la línea para la línea Dekalb White [®] fase I a III (18-65).....	8
9.	Detalles de la inversión inicial de todo el proyecto.....	12
10.	Depreciación del equipo para cada tratamiento.....	13
11.	Precios de venta de gallinas de descarte (65 semanas)	13
12.	Costos variables por tratamiento	13
13.	Precio de venta de huevo	13
14.	Costos fijos por tratamiento.....	13
15.	Precio de alimento según tratamiento.....	14
16.	Efecto de usar 3 dietas diferentes, sobre la producción, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad	16
17.	Efecto de usar 3 dietas diferentes, en el peso de huevo, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Hy-Line CV-22 [®] desde la 18-65 semanas de edad.....	16
18.	Efecto de usar 3 dietas diferentes la fuerza de quebradura, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Hy-Line CV-22 [®] desde la 18-70 semanas de edad.....	17
19.	Efecto de usar 3 dietas diferentes, sobre la producción, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	19
20.	Efecto de usar 3 dietas diferentes, en el peso de huevo, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad.....	19
21.	Efecto de usar 3 dietas diferentes la fuerza de quebradura, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad.....	20
22.	Análisis estadístico de mesófilos aerobios externos e internos y coliformes totales externo del huevo fresco (día 0).....	21
23.	Recuento promedio de mesófilos aerobios en el cascarón de huevo por fases. ...	22
24.	Recuento promedio de coliformes totales en el cascarón del huevo fresco por programa nutricional.....	22

25.	Recuento de coliformes totales del cascarón de huevo fresco por fases de los tratamientos.....	23
26.	Recuento de mesófilos aerobios internos por fases de los tratamientos.....	23
27.	Análisis estadístico de vida anaquel	25
28.	Vida anaquel promedio de los tratamientos.....	25
29.	Resultados de flujos 1	26
30.	Tasa interna de retorno	27
31.	Valor Actual Neto.....	27
32.	Rentabilidad sobre ventas	28
33.	Costo Unitario.....	28
34.	Periodo de retorno de Inversión en semanas	29
35.	Punto de equilibrio según fase I, II, II	29

1.	Producción para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad.....	35
2.	Consumo para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad	35
3.	% de mortalidad para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad ..	36
4.	Conversión g:g para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad	36
5.	Porcentaje de sucios para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad	37
6.	Porcentaje de quebrados para la línea Hy-Line CV22 [®] desde la 18-65 semanas de edad	37
7.	Producción para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	38
8.	Consumo para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	38
9.	Conversión g:g para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	39
10.	% de mortalidad para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	39
11.	Porcentaje de sucios para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	40
12.	Porcentaje de quebrados para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	40
13.	Porcentaje de membranas para la línea Dekalb White [®] desde la 18-65 semanas de edad	41
14.	Recuento de mesófilos aerobios del cascarón de huevo fresco por fases de los tratamientos	41
15.	Recuento de mesófilos aerobios internos de huevo fresco por fases de los tratamientos	41
16.	Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22 [®] con trt 1	42
17.	Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22 [®] con trt 2.....	42
18.	Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22 [®] con trt 3.....	43
19.	Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White [®] con trt 1	43
20.	Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White [®] con trt 2	44
21.	Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White [®] con trt 3	44

1. INTRODUCCIÓN

El huevo se ha constituido en los últimos años como parte esencial en la dieta de un gran porcentaje de personas en el mundo debido a sus altas cantidades de nutrientes. Por esta razón, es que en la actualidad las aves de postura son un rubro muy importante en la agricultura ya que al tener una alta productividad y fácil manejo, proporcionan alimentos altos en proteína diariamente.

La línea Hy-Line CV22, es un ave de postura que madura temprano y entra en producción rápidamente. Una nutrición y transición adecuada entre las dietas son de vital importancia para optimizar sus capacidades genéticas. Se recomienda un monitoreo rutinario de la producción de huevo del ave, el peso corporal, el peso del huevo, y el consumo de alimento para poder hacer los ajustes necesarios en la dieta para satisfacer las necesidades de cada lote individual (Hy-line 2012).

El huevo es uno de los alimentos más reconocidos y demandados en la dieta alimenticia, debido a su alto valor nutricional en lípidos, proteínas, vitaminas, minerales y su gran contenido de aminoácidos esenciales (Hernández y Sastre 1999). Según reportes del diario Tiempo (2013), el consumo por habitante hondureño es de 120 huevos al año. Así también se reporta que en el 2012 hubo una producción 2.2 millones de huevos y el reto de la industria es aumentar su consumo como fuente proteica.

Dentro de la industria hondureña, los métodos de almacenamiento en su mayoría son a la intemperie. Esto lo vuelve más susceptible a daños en su calidad física y microbiológica; debido a su degradación se manifiestan malos olores por microorganismos (Colavitti y Ernst 2011). Se dice que luego de la colocación del huevo el rango de microorganismos de bacterias se encuentra entre cientos a diez millones por huevo y con un promedio de 100.000 bacterias.

Dentro de la producción de huevos, existen factores que son de vital importancia en la calidad del huevo, entre ellos se encuentran: la edad de la gallina, muda forzada, época del año debido a las temperaturas, nutrición, temperatura de almacenamiento y humedad relativa en huevos almacenados (Williams 1992). En lo que compete a la nutrición, el grosor del cascarón se da por la tasa de deposición de calcio, así también al envejecer la gallina da un grosor más delgado, el pH de la sangre limita la disponibilidad de calcio, provocando que el cascarón se vea afectado lo cual podría dar cabida a microorganismos mediante los poros (Koelkebeck 2010)

Una de las claves del éxito en la postura de la gallina ponedora es un tratamiento nutricional, el cual cumpla con los requerimientos nutricionales; contrario a esto se verá reflejado en su producción y calidad de huevo (Hy-Line International 2011).

Un buen alimento es aquel en que están presentes todos los nutrientes en las proporciones adecuadas que las aves necesitan, para que se desarrollen y produzcan huevos. La pollona se desarrolla de acuerdo a una secuencia de eventos fisiológicos. Las pollonas que alcanzan o exceden las metas de peso corporal durante las fases de desarrollo tienen mejor oportunidad de alcanzar su potencial genético como ponedoras. De esta forma se observa que el crecimiento interrumpido durante alguna de las fases de desarrollo, resultará en aves que carecen de reservas corporales y función de órganos para mantener una producción alta como ponedoras adultas (Hy-Line International 2011).

El crecimiento de un lote de aves con el peso y la conformación corporal correctas, aseguran un periodo de postura exitoso. Los problemas como bajo número de huevos y mala calidad de la cáscara de huevo durante la postura, están relacionados con problemas ocurridos durante el periodo de crecimiento (Hy-Line International 2011)

El objetivo de este estudio, fue evaluar el efecto del consumo de 3 programas nutricionales para ponedoras en dos líneas genéticas, entre las 18 y 65 semanas de edad en las líneas comerciales Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®]. De esta manera se obtuvo el consumo de g/ave, conversión alimenticia, mortalidad, carga microbiana (mesófilos aerobios en muestreos internos y externos, coliformes totales en externo) durante el almacenamiento, peso del cascarón en almacenado, clasificación de producción física (huevo sucio, huevo quebrado y huevo membrana), presencia de *Salmonella spp* en el huevo en postura en las líneas Hy-Line CV22[®] y Dekalb White[®].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el periodo de Julio 2013 y Junio 2014 en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, 32 km al SE de Tegucigalpa, Honduras, con una temperatura promedio anual de 24°C, una precipitación anual de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

Se utilizaron dos líneas productivas de las casas comerciales Hy-Line® y Dekalb®. Cada una de estas líneas representa dos biotipos diferentes en cuanto a genética. Se probó las diferencias en producción diaria de huevo y ganancia de peso con alimentación de tres tipos diferentes de concentrados (Cuadro 1).

Se utilizaron un total de 1344 aves (672 Hy-Line CV22® y 672 Dekalb White®) que fueron distribuidas en un galpón de postura, de costado abierto con ventiladores como reguladores de temperatura. El establecimiento cuenta con 224 jaulas de tipo pirámides de 60.9 cm ancho y 50.8 cm de profundidad, pero solo se tomaron los datos de 192 jaulas, sin utilizar las primeras 8 jaulas de cada esquina (arriba y abajo). Se asignaron al azar 7 aves de la línea Hy-Line CV22® y 7 aves de la línea Dekalb White® en cada jaula. Se tomó un registro inicial del peso corporal de 2 bloques de aves, de la parte interna, y la parte externa. Cuatro jaulas juntas formarán una unidad experimental. Cada uno de los tratamientos será evaluado en base a 8 réplicas, obteniendo de esta forma un total de 16 bloques con 48 tratamientos distribuidos al azar en cada uno de ellos (Cuadro 2).

Las aves fueron manejadas de acuerdo al manual comercial de las líneas Hy-Line CV22® y Dekalb white®, además se les suministró con agua y alimento *ad libitum* utilizando bebederos de chupón y comederos de canal.

Los cuadros 3 al 8 presentan las diferentes dietas utilizadas durante el ensayo para ambas líneas.

Para determinar la producción de huevos se realizaron conteos diarios por cada tratamiento, tomando en cuenta la cantidad de huevos sucios, membranas y quebrados. El consumo de alimento (g/ave/día) se registró cada 2 semanas, realizando diferencias de peso en los recipientes que sirvieron como almacenaje del alimento de las aves. Para determinar el peso de las aves se registraron 2 pesos semanales; Uno inicial en la semana 18 y uno final en la semana 65 a 2 bloques de aves, de la parte interna y la parte externa.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos para las línea HyLine CV-22[®] y Dekalb White[®]

Tratamientos	Líneas	Programas Nutricionales
1	Hy-Line CV-22 [®]	Dieta 1
2	Hy-Line CV-22 [®]	Dieta 2
3	Hy-Line CV-22 [®]	Dieta 3
1	Dekalb White [®]	Dieta 1
2	Dekalb White [®]	Dieta 2
3	Dekalb White [®]	Dieta 3

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos

	56		57		168		169
X	55	X	58	X	167	X	170
	54		59		166		171
	53		60		165		172
B4	52	B5	61	B12	164	B13	173
	51		62		163		174
	50		63		162		175
	49		64		161		176
	48		65		160		177
	47		66		159		178
	46		67		158		179
	45		68		157		180
B3	44	B6	69	B11	156	B14	181
	43		70		155		182
	42		71		154		183
	41		72		153		184
	40		73		152		185
	39		74		151		186
	38		75		150		187
	37		76		149		188
B2	36	B7	77	B10	148	B15	189
	35		78		147		190
	34		79		146		191
	33		80		145		192
	32		81		144		193
	31		82		143		194
	30		83		142		195
	29		84		141		196
B1	28	B8	85	B9	140	B16	197
	27		86		139		198
	26		87		138		199
	25		88		137		200
	24		89		136		201
	23		90		135		202
	22		91		134		203
	21		92		133		204
X	20	X	93	X	132	X	205
	19		94		131		206
	18		95		130		207
	17		96		129		208
	16		97		128		209
	15		98		127		210
	14		99		126		211
	13		100		125		212
X	12	X	101	X	124	X	213
	11		102		123		214
	10		103		122		215
	9		104		121		216
	8		105		120		217
	7		106		119		218
	6		107		118		219
	5		108		117		220
X	4	X	109	X	116	X	221
	3		110		115		222
	2		111		114		223
	1		112		113		224
	ABAJO		ARRIBA		ARRIBA		ABAJO

Cuadro 3. Perfil nutricional de la dieta 1(18-42)

Ingrediente	%Máximo	%Mínimo
Humedad	13.50	
Proteína		19.00
Grasa		4.00
Fibra	5.00	
Calcio	4.60	4.00
Fósforo Total	6.60	
Ceniza	11.00	14.00
Sal	0.25	0.50

Cuadro 4. Perfil nutricional de la dieta1 (43-65)

Ingrediente	%Máximo	%Mínimo
Humedad	13.50	
Proteína		16.00
Grasa		5.00
Fibra	5.00	
Calcio	4.60	4.00
Fósforo Total	6.60	
Ceniza	11.00	14.00
Sal	0.25	0.50

Cuadro 5. Perfil nutricional de la dieta 2 (18-42)

Ingrediente	%Máximo	%Mínimo
Humedad	13.00	
Proteína		18.00
Grasa		4.50
Fibra	8.00	
Calcio	4.60	4.00
Fósforo Total	6.60	
Ceniza	11.00	14.00
Sal	0.25	0.50

Cuadro 6. Perfil Nutricional de la dieta 2 (43-65)

Ingrediente	%Máximo	%Mínimo
Humedad	13.00	
Proteína		17.00
Grasa		1.50
Fibra	8.00	
Calcio	4.60	4.00
Fósforo Total	6.60	
Ceniza	11.00	14.00
Sal	0.25	0.50

Cuadro 7. Perfil nutricional de la dieta 3 para la línea Hy-Line CV22[®] fase I a IV (18-65)

	Fase I 18-32	Fase II 33-44	Fase III 45-58	Fase IV 59-65
	(%)			
Análisis Calculado:				
Proteína cruda (%)	17.9	17.08	15.25	15.09
ME Kcal/kg	2955	2945	2920	2900
Ca (%)	4.36	4.30	4.40	4.50
P Disponible	.53	.48	.43	.37
DMetionina	.46	.37	.33	.28
DLisina	.82	.76	.70	.66
DMetionina + Cistina	.69	.61	.55	.49
DTreonina	.57	.54	.49	.47
DTriptofano	.19	.17	.15	.14
DArginina	1.05	.99	.89	.84
DIsoleucina	.66	.62	.56	.53
DValina	.72	.66	.60	.57
Na	.20	.20	.20	.20
Cl	.29	.30	.30	.30
Ac.Linoleico	1.68	1.65	1.60	1.57

Cuadro 8. Perfil nutricional de la dieta 3 para la línea para la línea Dekalb White[®] fase I a III (18-65)

	Fase I 18-28	Fase II 29-50	Fase III 51-65
	(%)		
Análisis Calculado:			
Proteína cruda (%)	19.8	18.93	18.91
ME Kcal/kg	2995	2945	2945
Ca (%)	4.10	4.10	4.30
P Disponible	0.41	0.36	0.32
DMetionina	0.44	0.41	0.41
DLisina	0.93	0.87	0.88
DMetionina + Cistina	0.70	0.66	0.66
DTreonina	0.63	0.60	0.60
DTriptofano	0.20	0.19	0.19
DArginina	1.19	1.12	1.12
DIsoleucina	0.73	0.70	0.70
DValina	0.78	0.74	0.74
Na	0.20	0.20	0.20
Cl	0.29	0.29	0.29
Ac.Linoleico	1.64	1.61	1.63

Estudio microbiológico.

Se recolectaron un total de 1344 huevos, de los cuales 960 huevos frescos fueron usados para el estudio microbiológico de la parte interna y externa y 384 huevos para la prueba de *Salmonella* spp. La cosecha de huevos para realizar la calidad microbiológica fue por fases: Fase 1: Semana 18- 32 (19 julio a 25 de octubre); Fase 2: Semana 33- 44 (8 de noviembre a 23 de enero); Fase 3: Semana 45-58 (31 de enero a 1 de mayo); Fase 4: Semana 59-65 (9 de mayo a 19 de junio).

Recolección de huevos: En cada fase, se recolectaron todos los huevos de cuatro secciones aleatoriamente, nombrándolas como sección uno, dos, tres y cuatro, y sus tratamientos respectivos. Se transportaron los huevos al Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ) para analizados como huevo fresco y ser almacenados.

Almacenamiento de huevos: En cada fase de recolección, los huevos fueron almacenados por cuatro semanas a temperatura ambiente $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa 40-50%.

Submuestreo: Por semana, de cada sección se tomaron dos huevos de cada tratamiento, uno para análisis externo y otro para interno. Se realizaron dos repeticiones por tratamiento, ya que se unieron el huevo de la sección uno con dos como repetición uno, la sección tres y cuatro como repetición dos, de tal manera dos huevos por réplica para cada análisis microbiológico.

Muestra interna de mesófilos aerobios: Se lavaron los huevos con agua a 45°C (previamente esterilizada) y xedex utilizando un cepillo estéril. Posteriormente, se rociaron con etanol al 70% para sanitizarlos. Utilizando un guante estéril se tomaron dos huevos del submuestreo por tratamiento a analizar y se quebraron en un envase de vidrio esterilizado cayendo dentro del mismo. Se mezcló con una cuchara estéril hasta obtener una mezcla homogénea. Luego, se pesó 11 gramos en una bolsa plástica estéril de 8×12 cm, se agregaron 99 mL de buffer de fosfato y homogenizó en el stomacher (IUL Instruments). Posteriormente, se vació 1 mL de la solución en un plato petri (10^{-1}) y se agregó agar cuenta estándar fundido (ACE) hasta cubrir $2/3$. Se agitó suavemente sobre la mesa para mezclar el inóculo con el medio de cultivo. Se esperó a que el agar se solidifique para ser invertidas e incubadas a 35°C (Thermo Scientific) durante 48h

Muestra externa de mesófilos aerobios y coliformes totales: Los huevos con sangre o heces, se limpiaron con agua a 45°C (previamente esterilizada) y xedex utilizando un cepillo estéril. Utilizando un guante de látex se tomó los huevos preseleccionados de cada tratamiento y se quebraron en el envase de vidrio esterilizado del mismo tratamiento. Se tomaron los cascarones y se colocaron en una bolsa plástica estéril de 8×12 cm. Se pesó y anotó su peso; se multiplicó el peso por 9 y se agregó dicha cantidad en mL de buffer de fosfato esterilizado. Se homogenizó en el agitador orbital (VWR modelo: 5000 STD) durante 5 min. Luego, se tomó 2 mL de la solución, 1mL en dos platos petri; en el primer plato para mesófilos aerobios, se agregó agar cuenta estándar fundido (ACE) hasta cubrir $2/3$ y se agitó suavemente sobre la mesa para mezclar el inóculo con el medio de cultivo. En un segundo plato para coliformes totales, se agregó agar bilis rojo violeta fundido

(ABRV) y se agitó suavemente sobre la mesa para mezclar el inóculo con el medio de cultivo. Una vez que se solidificó el ABRV, se agregó una capa fina encima del mismo. Una vez solidificados los medios, se invirtieron las cajas e incubaron a 35°C (Thermo Scientific) durante 24h los medios ABRV y durante 48 h para ACE.

Medición de pH: Se midió el pH del huevo fresco de todos los tratamientos utilizando el potenciómetro (Thermo Scientific), se lavó con agua destilada el electrodo y se secó por cada muestra antes ser utilizado.

Pre-enriquecimiento de *Salmonella* (Andrew *et al* 2011): A las 4 semanas de almacenamiento se seleccionaron aleatoriamente cuatro huevos de cada tratamiento por sección. Se agruparon todos los huevos correspondientes de las cuatro secciones del mismo tratamiento, dando un total de 48 huevos por tratamiento. Se lavó los huevos con agua a 45°C (previamente esterilizada) y xedex utilizando un cepillo estéril. Se roció etanol al 70% para sanitizarlos. Por cada tratamiento, se quebraron los huevos utilizando un guante estéril en una bolsa plástica. Se homogenizó la muestra. Se agregaron 25 mL de la muestra en una bolsa estéril y 225 mL de caldo de pre-enriquecimiento universal. Se homogenizó la muestra en el stomacher (IUL Instruments) por cinco minutos. Además, se tomaron 25 g de cada programa nutricional y se agregaron en una bolsa estéril 8x12 pulgadas con 225 mL de caldo de pre-enriquecimiento (UP). Para el control positivo de *Salmonella*, se inoculó un tubo de caldo 150 × 15 mm de pre-enriquecimiento. Se cerraron las nueve muestras y se incubaron a 35 ± 2,0 ° C (Thermo Scientific) por 24 ± 2 horas.

Aislamiento de *Salmonella*: De cada tratamiento y programa nutricional se transfirió 1mL a tubos de 150 × 15 mm con 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis (RV) y 0.1 mL en tubos 150 × 15mm con 10 mL del caldo de tetrionato (TT) y se mezcló en el vortex (Scientific Industries). Se incubaron los tubos de RV a 42 ± 0,2 ° C en un baño maría circulante y regulado (Precision Thermo Scientific) y los tubos de TT a 35 ± 2,0 ° C, por 24 ± 2 horas.

Se prepararon tres medios selectivos en platos Petri, sulfito bismuto (BS), xilosa lisina desoxicolato (XLD) y Hektoen entérico (HE) por cada tubo de caldo Rappaport-Vassiliadis (RV) y por cada tubo de caldo de tetrionato (TT). Posteriormente, utilizando un asa bacteriológica se tomó una gota de cada tubo por cada uno de los tres medios a sembrar, con el propósito de aislar las bacterias. Antes y después de cada siembra, el asa bacteriológica fue esterilizada utilizando un incinerador de bacterias (McCormick modelo: IV).Una vez sembrados todos los platos petri, se invirtieron e incubados a 35 ± 2,0 ° C (Thermo Scientific) por 24 ± 2 horas.

Morfología de una colonia típica de *Salmonella*: Pasadas las 24 horas en los medios selectivos, de cada plato se identificaron una o dos colonias típicas aisladas, en la base del plato se encerraron y enumeraron. Cada medio mostró ciertas características de una posible colonia de *Salmonella*.

- Sulfito bismuto: las colonias son color café, gris o negras y suelen presentar un brillo metálico. Al inicio el color es café con el tiempo de incubación cambia a negro, dándole un efecto de halo.

- Xilosa lisina desoxicolato: las colonias son de color rosa con o sin centro negro, o colonias con grandes y brillantes centro negros o completamente negras.
- Hektoen entérico: son colonias azul-verdes o azules con o sin centro negro, o colonias con grandes y brillantes centro negros o completamente negras.

Una vez identificadas las colonias aisladas de cada plato, utilizando un asa bacteriológica estéril se tocó levemente el centro de la colonia y se inoculó un tubo de 150 × 15 mm con agar triple azúcar hierro (TSI) inclinado, se rayó la superficie inclinada y se introdujo el asa dentro del agar hasta el fondo del tubo. Sin flamear, se introdujo el asa dos veces dentro del tubo de 150 × 15 mm de agar inclinado de lisina descarboxilasa (LIA) hasta el fondo del tubo y luego fue estriada la superficie. Este procedimiento se realizó por cada colonia identificada y cada tubo fue rotulado con el número de la colonia inoculada. Una vez inoculadas todas las colonias, se incubaron los tubos de LIA completamente sellados debido a que el proceso es estrictamente anaeróbico y TSI a $35 \pm 2,0$ °C (Thermo Scientific) por 24 ± 2 horas.

Una vez pasadas las 24 horas, se leyeron los tubos de LIA y TSI. En LIA, *Salmonella* la base del tubo es ácido de color amarilla y el pico es alcalino de color rojo, sin o con producción de H₂S (oscurecimiento). En TSI, *Salmonella* produce una reacción alcalina (púrpura) en la base del tubo y oscurecimiento debido a la producción de H₂S. Se almacenaron los tubos en refrigeración (Fisher Scientific) a 4°C.

Identificación de *Salmonella*: Con los tubos presuntos positivos TSI, se introdujo un asa bacteriológica estéril en el tubo y se transfirió el inóculo en tubos de 150 × 15 mm de cinco mL de caldo urea. Se esterilizó el asa bacteriológica por cada tubo. Una vez inoculados todos los presuntos positivos en caldo urea se incubaron a $35 \pm 2,0$ °C (Thermo Scientific) por 24 ± 2 horas. Los tubos de caldo urea que no mostraron cambio de color eran presuntos positivos de *Salmonella*.

Crecimiento de presuntos positivos de *Salmonella*: De los presuntos positivos y control positivo utilizando un asa bacteriológica estéril, se tomó un inóculo de los tubos de TSI (a temperatura ambiente) y se sembró en platos de agar cuenta estándar. Se esterilizó el asa bacteriológica por cada tubo. Se incubaron los platos invertidos a $35 \pm 2,0$ °C (Thermo Scientific) por 24 ± 2 horas.

Aglutinación: Con un asa bacteriológica estéril se colocó una gota de agua peptonada estéril sobre un placa porta objeto. Se tomó el inóculo del crecimiento y se mezcló con el agua peptonada. Se agregó una gota de antisuero polivalente O para *Salmonella* (Beckton Dickinson) y se mezcló con un asa bacteriológica estéril, si se observaba grumos la muestra era positiva. La placa se lavó con agua destilada y se agregó en agua con cloro. Se realizó este procedimiento para cada presunto positivo de *Salmonella* y control positivo.

Calidad física del huevo: Para la calidad física, se tomaban la mitad de la producción por unidades experimentales del final de cada fase, y posteriormente se procedía a la prueba de gravedad específica y Multiple Egg Test. Para la calidad microbiológica fue determinada utilizando la prueba Múltiple Egg Test con el equipo QCM. Para realizar

este análisis se utilizaron entre 5 y 10 huevos por tratamiento. Estas pruebas se realizaron de huevos frescos y con 4 semanas de almacenamiento.

Unidades Haugh: Se calcularon como la relación entre la altura de albúmina y el peso total del huevo por medio la prueba Egg test.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento por línea con un Análisis de Varianza (ANDEVA), utilizando un Modelo Lineal General (GLM), y la separación de medias utilizando la prueba Duncan con la ayuda del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS® 2009); y una correlación entre cargas externas e internas de mesófilos aerobios entre semanas. El nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$.

Análisis de Costos

Para la parte financiera se realizó un flujo de efectivo para cada tratamiento, proyectado a las 48 semanas que duro la investigación. Se mostró la inversión inicial requerida para el inicio de la investigación (cuadro 9), la cual fue dividida según la capacidad máxima de los activos. Para de esta forma obtener las depreciaciones semanal de cada tratamiento (cuadro 10). Se realizó los cálculos de inversión para cada tratamiento, manteniendo separada la compra de pollitas de 17 semanas de edad, para cada tratamiento.

Durante toda la investigación, se recolectaron los datos de consumo de alimento, producción y producto vendido semanalmente. Obteniendo así los ingresos por venta de huevo y venta de gallinas de descarte (de 65 semanas de edad)(cuadro 11), al igual que los costos variables de la investigación (cuadro 12) (cuadro 13). Los precios del huevo, dependen del tamaño o peso de este; pero, en el caso de esta investigación se realizó una división según la edad del ave. El cuadro 13 refleja la diferenciación de precios que se realizó según la edad, del ave. Se calcularon los costos fijos del proyecto, los cuales constaban de un operario para todo el proyecto (cuadro 14). Con todos los datos anteriores se calcularon los principales indicadores financiero para cada tratamiento : VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) , el PRI (Periodo de recuperación de la inversión), el costo por unidad (huevo), Rentabilidad sobre ventas y los puntos de equilibrio según los 3 precios del huevo dado por la edad del ave.

Cuadro 9. Detalles de la inversión inicial de todo el proyecto

Inversión		Unidad	Total
Galpón			\$60,000.00
Jaulas		448	\$1,792.00
Pollitas	Hy-line CV-22	\$4.95	\$3,326.40
Pollitas	Dekalb	\$4.50	\$3,024.00
Total			\$68,142.40

Cuadro 10. Depreciación del equipo para cada tratamiento

Depreciación de equipo	Semanal	48 Semanas
Galpón y Jaulas	\$2.82	\$131.27

Cuadro 11. Precios de venta de gallinas de descarte (65 semanas)

Precio de gallina de descarte	Unidad	Total
Hy-Line	\$1.86	\$844.44
Dekalb	\$1.86	\$933.72
Total en ventas		1778.16

Cuadro 12. Costos variables por tratamiento

Detalles	Semanal	48 Semanas
Luz	\$3.69	\$177.12
Agua	\$0.41	\$19.68
Cartón	\$0.06	Varían
Total		\$196.80

Cuadro 13. Precio de venta de huevo

Categoría	Tamaño según edad	Precio por caja (12 cartones)	Precio cartón (30 unidades)	Precio unidad
Pequeño	18- 24 semanas	30.23	2.52	0.08
Mediano	25- 32 semanas	37.21	3.1	0.1
Grande	33- 65 semanas	41.86	3.49	0.12

Cuadro 14. Costos fijos por tratamiento

Detalles	Semanal	48 Semanas
Mano de obra	\$4.13	\$198.24

Cuadro 15. Precio de alimento según tratamiento

Alimento	Quintal	gramo
Dieta 1 (18-42 Semanas)	\$24.19	\$0.00053
Dieta 1 (43-65 Semanas)	\$23.72	\$0.00052
Dieta 2 (18-42 semanas)	\$27.67	\$0.00061
Dieta 2 (43-65 semanas)	\$26.98	\$0.00059
Dieta 3 Hy-line CV-22 [®] (18-32 Semanas)	\$23.16	\$0.00051
Dieta 3 Hy-line CV-22 [®] (33-44 Semanas)	\$23.16	\$0.00051
Dieta 3 Hy-line CV-22 [®] (45-58 Semanas)	\$23.16	\$0.00051
Dieta 3 Hy-line CV-22 [®] (59-65 Semanas)	\$23.16	\$0.00051
Dieta 3 Dekalb White [®] (18-28 Semanas)	\$23.35	\$0.00051
Dieta 3 Dekalb White [®] (29-50 Semanas)	\$23.35	\$0.00051
Dieta 3 Dekalb White [®] (51-65 Semanas)	\$23.35	\$0.00051

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la etapa de postura la línea Hy-Line CV-22[®] se presenta diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el tratamiento (Trt) 1 y 2 comparado con el Trt 3 (Cuadro 16). Esto se debe a que las gallinas alimentadas con el Trt 3 durante su etapa de levante se presentaron problemas con ciertas materias primas de la dieta, lo que afectó el desarrollo de la polla de este Trt en particular; Por ende afectó la etapa de postura.

En la línea Hy-Line CV-22[®] se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el consumo de alimento el Trt 3 comparando con el Trt 1 y 2 (Cuadro 16). Esta diferencia se debe porque a mayor producción de huevos, mayor consumo de alimento. Esto concuerda con Ibarra Maigret (2013) quien observó que las gallinas ponedoras ajustan el consumo de alimento a una cantidad tal para cumplir sus necesidades específicas, ya sea de producción o simplemente mantenimiento.

Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el parámetro de conversión alimenticia gramos huevo/ gramo alimento (gh/ga), al comparar el Trt 1 y 2 con el 3, debido a que la producción fue mayor y la conversión fue menor. En la conversión alimenticia kilogramo de alimento/ docena de huevos (kg/dz) para los tratamientos 1, 2 y 3, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en la línea Hy-Line CV-22[®] (Cuadro 16).

La mortalidad en la línea Hy-Line CV-22[®] se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) dado a que los Trt 1 y 2 presentaron menor cantidad de mortalidad que el Trt 3 (Cuadro 16), debido a las secuelas de la dieta en la etapa de levante de la polla. Esto concuerda con Barahona Rosales y Machado Pinto (2013) quienes mencionan que esto pudo suceder por el sangrado ocasionado de los prolapsos de cloaca por ser esta un ave precoz en postura. También cabe mencionar que cuando la porción intestinal evaginada con motivo de la puesta no se ha retraído todavía, las gallinas próximas se ven incitadas a picar la mucosa de color rojizo que acaba por sangrar, lo que a su vez induce a seguir picando hasta muchas veces llegar a extraer la totalidad del duodeno con lo que las gallinas afectadas se desangran. Como principal causa de la alta mortalidad en el Trt 3, Pronavícola en su manual de manejo de aves confirman, que las aves con bajo peso presentan cierto nivel de riesgo al prolapso, en este caso por la pérdida de elasticidad de los músculos responsables de retraer el oviducto, después de la ovoposición. Esto se observó en las gallinas de Trt. 3 debido a que no alcanzaron los pesos recomendados por la línea. (Vasquez Moreira 2013).

Las variables de huevo quebrado y sucio, presentaron diferencia significativa entre los 3 Trt. El que mostró el porcentaje más alto para el valor de huevo sucio y quebrado fue el Trt 3. El alza en los porcentajes de huevo sucio se debió a la incidencia de picaje o ruptura de algún vaso sanguíneo, además de heces fecales y al momento de la ovoposición repercutía en huevos manchados con sangres y heces fecales (Cuadro 17).

No se presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) para las variables de calidad de huevo de fuerza de quebradura, grosor de cáscara, altura de albúmina, gravedad específica y Unidades Haugh (Cuadro 18).

Cuadro 16. Efecto de usar 3 dietas diferentes, sobre la producción, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variables	Producción (%)	Consumo (g/ave)	Conv gh/ga	Conv kg/dz	Mortalidad (%)
Dietas:					
1	82.0 ^a	104.5 ^a	0.613 ^b	1.50	7.78 ^b
2	81.4 ^a	105.9 ^a	0.607 ^b	1.53	10.20 ^b
3	61.4 ^b	83.8 ^b	0.858 ^a	1.73	45.04 ^a
P	0.0001	0.0001	0.0039	0.1447	0.0001
CV	11.92	18.31	64.87	36.27	24.77

Conv gh/ga = gramo de huevo por gramo de alimento
 Conv kg/dz = kilogramo de alimento por docena de huevo
 P = Probabilidad; CV = Coeficiente de Variación

Cuadro 17. Efecto de usar 3 dietas diferentes, en el peso de huevo, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Hy-Line CV-22[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variables	PH	Quebrados	Sucios	Membranas
Dietas:				
	(g)	(%)	(%)	(%)
1	61.3	1.11 ^b	7.62 ^a	1.21
2	61.1	1.23 ^b	14.42 ^b	1.42
3	60.0	3.04 ^a	28.88 ^b	1.65
P	0.1219	0.0001	0.0012	0.5648
CV	5.70	110.81	238.62	102.23

PH = Peso Huevo
 P = Probabilidad; CV = Coeficiente de Variación

Cuadro 18. Efecto de usar 3 dietas diferentes la fuerza de quebradura, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Hy-Line CV-22[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variablen	FQ (g)	GE	GC (mm)	AA (mm)	UH
Dietas:					
1	4502.3	1.083	0.365	8.28	89.2
2	4585.9	1.083	0.361	8.35	89.6
3	4248.0	1.083	0.354	7.95	87.7
P	0.2914	0.8027	0.4824	0.7116	0.8646
CV	9.75	0.36	14.58	9.08	4.97

FQ = Fuerza de Quebradura PH = Peso Huevo; GE = Gravedad Específica; GC = Grosor de Cáscara; AA = Altura de Albúmina; UH = Unidad Haugh

P = Probabilidad; CV = Coeficiente de Variación

En la etapa de postura la línea Dekalb White[®] hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) mayor para el Trt 1, el cual obtuvo mayor % de producción de huevo en comparación con los Trt 2 y 3 (Cuadro 19). Se observó para el Trt. 2 que en las últimas 7 semanas de su ciclo reproductivo, presentó una baja en su % de postura, lo cual hizo que se igualara estadísticamente al Trt 3.

Para la línea Dekalb White[®] se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el consumo de alimento el Trt 3 comparando con el Trt 1 y 2 (Cuadro 19). Esta diferencia se debe porque a mayor producción de huevos, mayor consumo de alimento. Esto concuerda con Ibarra Maigret (2013) quien observó que las gallinas ponedoras ajustan el consumo de alimento a una cantidad tal para cumplir sus necesidades específicas, ya sea de producción o simplemente mantenimiento.

Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el parámetro de conversión alimenticia gramos huevo/ gramo alimento (gh/ga) para el Trt. 3, comparado con el Trt. 1 y 2, debido a que el las gallinas del Trt. 3 produjeron un porcentaje menor de huevos. No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en la conversión alimenticia kilogramo de alimento/ docena de huevos (kg/dz) para los tratamientos 1, 2 y 3 en la línea Dekalb White[®] (Cuadro 19).

La mortalidad en la línea Dekalb White[®] presentó diferencia significativa para los tratamientos 1 y 2 a comparación del tratamiento 3 (Cuadro 19), debido a la alta incidencia de picaje y canibalismo. Esto concuerda con Barahona Rosales y Machado Pinto (2013) quienes mencionan que esto pudo suceder por el sangrado ocasionado de los prolapsos de cloaca. También cabe mencionar que cuando la porción intestinal evaginada con motivo de la puesta no se ha retraído todavía, las gallinas próximas se ven incitadas a picar la mucosa de color rojizo que acaba por sangrar, lo que a su vez induce a seguir picando hasta muchas veces llegar a extraer la totalidad del duodeno con lo que las gallinas afectadas se desangran. Como principal causa de la alta mortalidad en el Trt 3, Pronavícola en su manual de manejo de aves confirman, que las aves con bajo peso presentan cierto nivel de riesgo al prolapso, en este caso por la pérdida de elasticidad de los músculos responsables de retraer el oviducto, después de la ovoposición. Esto se observó en las gallinas de Trt. 3 debido a que no alcanzaron los pesos recomendados por la línea. (Vasquez Moreira 2013).

Para la línea Dekalb White[®] no se presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) para el peso de huevo en ninguno de los 3 tratamientos. Las variables de huevo quebrado, sucio y membrana presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) comparando el Trt. 3 con los Trt. 1 y 2. El tratamiento que mostró el porcentaje más alto para el valor de huevo sucio, quebrado y membrana fue el tratamiento 3. El alza en los porcentajes de huevo sucio se debió a la incidencia de picaje o ruptura de algunos vasos sanguíneos, además de heces fecales y al momento de la ovoposición repercutía en huevos manchados con sangres y heces fecales (Cuadro 20).

No se presentó diferencias significativas ($P>0.05$) para las variables de calidad de huevo de fuerza de quebradura, grosor de cáscara, altura de albúmina, gravedad específica y Unidades Haugh (Cuadro 21).

Cuadro 19. Efecto de usar 3 dietas diferentes, sobre la producción, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variabes	Producción (%)	Consumo (g/ave)	Conv gh/ga	Conv kg/dz	Mortalidad (%)
Dietas:					
1	88.0 ^a	104.4 ^a	0.578 ^b	1.39	3.45 ^b
2	85.0 ^b	100.8 ^a	0.587 ^b	1.39	5.49 ^b
3	72.7 ^b	88.3 ^b	0.787 ^a	1.42	42.37 ^a
P	0.0001	0.0004	0.0001	0.7519	0.0001
CV	9.83	16.67	44.76	16.14	26.71

Conv gh/ga = gramo de huevo por gramo de alimento
 Conv kg/dz = kilogramo de alimento por docena de huevo
 P = Probabilidad; CV = Coeficiente de variación

Cuadro 20. Efecto de usar 3 dietas diferentes, en el peso de huevo, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variabes	PH (g)	Quebrados (%)	Sucios (%)	Membranas (%)
Dietas:				
1	59.2	0.90 ^b	5.20 ^b	0.99 ^b
2	58.8	1.06 ^b	7.74 ^b	0.94 ^b
3	59.2	1.95 ^a	13.74 ^a	1.92 ^a
P	0.5090	0.0001	0.0001	0.0005
CV	4.59	72.79	55.61	65.72

PH = Peso Huevo
 P = Probabilidad; CV = Coeficiente de Variación

Cuadro 21. Efecto de usar 3 dietas diferentes la fuerza de quebradura, huevo quebrado, sucio y membrana para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad

Variabes	FQ (g)	GE	GC (mm)	AA (mm)	UH
Dietas:					
1	4789.7	1.082	0.360	7.92	86.82
2	4698.4	1.083	0.376	7.38	79.93
3	4554.9	1.086	0.362	7.35	84.27
P	0.6648	0.4593	0.2185	0.7953	0.2576
CV	7.87	0.85	14.46	11.19	13.76

FQ = Fuerza de Quebradura; PH = Peso Huevo; GE = Gravedad Específica; GC = Grosor de Cáscara; AA = Altura de Albúmina; UH = Unidad Haugh
P = Probabilidad; CV = Coeficiente de Variación

Análisis microbiológico

Cuadro 22. Análisis estadístico de mesófilos aerobios externos e internos y coliformes totales externo del huevo fresco (día 0)

	Modelos	Probabilidad
Mesófilos aerobios externos	Repetición	0.1416
	Fase	<0.0001*
	Línea	0.7486
	Programa nutricional	0.3803
	Línea × Programa nutricional	0.9931
	Línea × Programa nutricional × Fase	0.1172
	<hr/>	
Coliformes totales externos	Repetición	0.0750
	Fase	0.0589
	Línea	0.9138
	Programa nutricional	0.0094*
	Línea × Programa nutricional	0.9948
	Línea × Programa nutricional × Fase	0.0811
<hr/>		
Mesófilos aerobios internos	Repetición	0.0754
	Fase	0.3315
	Línea	0.5382
	Programa nutricional	0.0998
	Línea × Programa nutricional	0.9267
	Línea × Programa nutricional × Fase	0.4789

* Diferencias significativas $P < 0.05$; $N = 48$.

Mesófilos externos del huevo: No se encontró diferencias significativas en la carga microbiana entre las líneas y programas nutricionales ($P > 0.05$). Las fases influyó en la carga bacteriana ($P < 0.0001$). La carga de mesófilos aerobios estuvo entre 3.45 Log UFC g⁻¹ y 1.50 Log UFC g⁻¹ de cascarón (cuadro 23), aproximándose a la carga inicial de mesófilos aerobios que fue reportada por Pasquali (2012) de 3.6 Log UFC g⁻¹ en el cascarón huevo. La diferencia entre fases se dió debido a las diferentes épocas del año (junio 2013 a julio 2014) en la cual se recolectaron los huevos, pudiendo influir las condiciones ambientales o manipulación, es por esto que es muy importante las condiciones en las que se encuentre el huevo al momento de la puesta. Sin embargo, cumple con los rangos de bacterias aerobias para condiciones limpias de son 3 y 4 Log UFC g⁻¹ (De Reu 2006).

Cuadro 23. Recuento promedio de mesófilos aerobios en el cascarón de huevo por fases.

Fases	Media ± D.E. (Log UFC g ⁻¹)
1	2.9908 ± 0.631 ^b
2	3.4508 ± 0.515 ^a
3	1.5033 ± 0.668 ^d
4	2.4708 ± 0.451 ^c
CV (%)	19.99

^{abc} Diferencias significativas entre fases

Coliformes totales externos del huevo: Se encontraron diferencias significativas entre programas nutricionales (P= 0.0094), donde el programa nutricional 3 presentó la mayor carga (Cuadro 24), lo cual se dio debido a que la mayoría de muestras analizadas del programa nutricional 3 presentaron heces o sangre en su cascarón, representando un mayor riesgo de presencia de microorganismos. Dicho problema fue ocasionado por deficiencia en la calidad del alimento, reportado por la planta encargada de la elaboración del programa nutricional, durante su crecimiento como pollona, lo cual provocó trastornos en su postura y en la salud intestinal, repercutiendo en la puesta de huevos.

Por medio de las heces puede haber una contaminación a otros huevos por contacto, y existe el riesgo de contaminación de *Salmonella* spp. al interior del huevo (Tauson 2002). Los datos por tratamiento en cada fase (cuadro 25) oscilaron entre < 1 y 2.95 Log UFC g⁻¹ los cuales no presentaron diferencias significativas (P=0.3280).

Cuadro 24. Recuento promedio de coliformes totales en el cascarón del huevo fresco por programa nutricional.

Programas nutricionales	Media ± D. E. (Log UFC g ⁻¹)
1	< 1 ^{b&}
2	0.7187 ± 0.075 ^b
3	1.2575 ± 0.720 ^a

^{abc} Diferencias significativas entre programas nutricionales.

[&] Todas las muestras presentaron resultados por debajo del límite de detección 1 Log UFC g⁻¹.

- Reglamento Técnico de Costa Rica: permite dos huevos de un muestro de 5 huevos tener una carga entre 4.69 y 6 Log UFC g⁻¹
- American Public Health Association de EEUU: < 1 Log UFC/g
- Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996: < 5 Log UFC/g
- Norma Sanitaria de Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad No. 071 de Perú permite dos huevos de un muestro de 5 huevos tener una carga entre 1 y 2 Log UFC g⁻¹.
- Reglamento Sanitario de los alimentos en Chile N°977/96 permite a dos huevos de un muestro de 5 huevos tener una carga entre 4 y 4.69 Log UFC g⁻¹.

Dentro del estudio se muestra que la mayoría de conteos de mesófilos aerobios estuvieron debajo del límite de todas las normas previamente mencionadas, es por esto que el estudio realizado puede ser una opción para establecer un límite microbiológico de < 1 Log UFC

g⁻¹ de mesófilos aerobios en el contenido de los huevos producidos en jaulas convencionales, ya que se consideraron variables de líneas comerciales de gallinas ponedoras, programas nutricionales comerciales y condiciones ambientales de la zona central del país.

Cuadro 25. Recuento de coliformes totales del cascarón de huevo fresco por fases de los tratamientos.^{&α}

Tratamientos	Fases Log UFC g ⁻¹ ± D.E.			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
H1	< 1 ^β	< 1	< 1	< 1
H2	0.85 ± 0.212	< 1	< 1	< 1
H3	2.95 ± 1.916	< 1	< 1	< 1
D1	< 1	< 1	< 1	< 1
D2	< 1	< 1	< 1	< 1
D3	1.56 ± 1.225	< 1	< 1	2.04 ± 1.470

[&] No hubieron diferencias significativas;

^β Todas las muestras que reportan <1 se encuentran por debajo del límite de detección 1 Log UFC g⁻¹

^α H y D: Hy-line y Dekalb; 1, 2, 3: programas nutricionales.

Mesófilos aerobios internos de huevos: No existieron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 26). La carga microbiana promedio fue 0.760 Log UFC g⁻¹, los cuales se encuentran dentro del límite de criterio establecido por la American Public Health Association (2001) < 1 Log UFC g⁻¹. La baja carga microbiana se da debido a las barreras antimicrobianas que posee el huevo. El pH promedio de todos los tratamientos fue de 7.6 lo cual concuerda con Pascual y Calderon (2000) y el cual es importante debido a que es una barrera para el crecimiento de los microorganismos. Así también, la cutícula, cascara, viscosidad del albumen y proteínas antimicrobianas. (Rosales et al 2010, Board y Tranter 1995, Ruiz 2010)

No existen parámetros microbiológicos de calidad sanitaria del huevo en las regulaciones de Honduras que nos permitan comparar la carga microbiana. Existen países que establecen los siguientes criterios microbiológicos:

Cuadro 26. Recuento de mesófilos aerobios internos por fases de los tratamientos.[&]

Tratamientos	Media ± D.E. (Log UFC g ⁻¹)
H1 ^β	0.825 ± 0.35
H2	0.775 ± 0.21
H3	< 1
D1	0.85 ± 0.16
D2	< 1
D3	< 1
CV (%)	23.29

[&] No existen diferencias significativas

^β H y D: Hy-line y Dekalb; 1, 2, 3: programas nutricionales.

Presencia/ausencia de *Salmonella*: No hubo presencia de *Salmonella spp.* en ninguno de los huevos, pero hubo presencia en el programa nutricional 3. Las materias primas de fuente animal o vegetal, pájaros, plagas, temperaturas y humedades de almacenamiento, limpieza de instalaciones son factores primordiales en la presencia de *Salmonella* en los programas nutricionales de los programas nutricionales (Creus, 2012). Por ende, el programa nutricional es un riesgo potencial a contaminar el huevo debido a la ingesta de un alimento contaminado. Valverde (2012) argumenta que transmisión de *Salmonella* puede darse por media la gallina al huevo, debido a una alimentación contaminada o un ambiente contaminado la cual es denominada transmisión vertical. Pero cabe recalcar que no fue transmitida a los huevos del tratamiento. No se conoce el serotipo de *Salmonella* pero por lo general en aves es *Salmonella* Enteritidis y Typhimurium, lo que pudo ocurrir fue que la carga microbiana dentro de la gallina no tuvo la capacidad de reproducirse para de esta manera contaminar el huevo, Cogan y colaboradores (2004) mencionan que *Salmonella* enterica serovar Enteritidis no tiene la capacidad de multiplicarse dentro del huevo fresco y su carga debe ser mayor a 6 Log UFC mL⁻¹ para contaminar la yema. Otra razón sustentada por el estudio de Cogan, se pudo deber a que el serovar de *Salmonella* presente dentro del huevo no poseía flagelos lo que impidió la movilidad hacia la yema, reduciendo su capacidad de reproducirse. Además las barreras antimicrobianas del huevo son un factor que ayudan a restringir el paso de microorganismos hacia la yema (Board y Tranter 1995, Ruiz 2010)

Vida anaquel del huevo: En el Cuadro 27, se muestra los modelos usados en la vida anaquel, el cual no mostró diferencias significativas, por ende el promedio de vida anaquel microbiológica de todos los tratamientos es de 3.47 semanas, lo cual es aproximadamente 24 días, pero a su vez se muestra la vida anaquel por tratamiento (Cuadro 28). Esto fue determinado en la semana que la carga microbiana de mesófilos aerobios internos fue > 1 Log UFC g⁻¹. Además, existe una correlación positiva (P = 0.0205) de la carga externa de mesófilos aerobios con la carga interna del huevo en la semana 4 de almacenamiento, esto me indica que existe la posible penetración al interior del huevo; es por esto que es importante la carga microbiana externa, lo cual lleva a una proliferación de bacterias. Dentro del análisis de Unidades Haugh (datos no reportados), al comparar el día 0 y la semana 4 se encontraron diferencias significativas (P = <0.0001) llegando a 31.37 UH, la cual ya es catalogada como calidad B (USDA 2000) en donde la viscosidad del albumen se ha ido perdiendo con el paso del tiempo debido a pérdida de agua y CO₂ (Rosales et al 2010), lo cual concuerda con Pujols (2012) que las unidades Haugh en la semana 3 y 5 fueron 43.98 y 33.30 UH, respectivamente, dentro de las cuales no hubieron diferencias significativas. Además, la viscosidad del albumen es considerada una barrera antimicrobiana (Board y Tranter 1995), es por ende que al haberse perdido en el almacenamiento dió oportunidad a la proliferación de bacterias, esto concuerda con Ruíz (2010) quien argumenta que el envejecimiento fluidifica la clara que deja de soportar y proteger a la yema, que por ende no tarda en contaminarse con la microflora del cascarón.

Cuadro 27. Análisis estadístico de vida anaquel.[&]

	Modelos	Probabilidad
Vida anaquel	Fase	0.4912
	Línea	0.6084
	Programa nutricional	0.8122
	Línea × Programa nutricional	0.3283
	Línea × Programa nutricional × Fase	0.3945

[&] No hubieron diferencias significativas

Cuadro 28. Vida anaquel promedio de los tratamientos.[&]

Tratamientos	Media ± D. E. (semanas)
H1 ^β	3.38 ± 0.916
H2	3.25 ± 1.035
H3	3.63 ± 0.744
D1	3.38 ± 0.916
D2	3.88 ± 0.354
D3	3.38 ± 0.916
CV (%)	23.95

[&] No hubieron diferencias significativas.

^β H y D: Hy-line y Dekalb; 1, 2, 3: programas nutricionales.

Resultados Financieros

El flujo de caja se realizó para cada tratamiento, donde fue evaluado para un periodo de 48 semanas. Donde la inversión inicial solo contaba, con el monto de gallinas a utilizar para cada tratamiento (224 aves por tratamiento). Ya desde la primera semana, se reportó ingresos por ventas, al igual que los costos variables como fijos. En el cuadro 29 observamos los 6 resultados finales de la investigación según el tratamiento. En el podremos observar que el tratamiento con mayor producción unitaria fue el tratamiento D2, con un total de 63107 unidades producidas, por lo contrario el tratamiento D3 produjo la menos producción con una cantidad de 30123 unidades. Por otra parte, se puede determinar que el tratamiento con mayor utilidad en ventas fue el tratamiento D1 con ventas de 7314.62\$ y el tratamiento con menor utilidad en ventas fue H3 con una utilidad de 3364.57\$. El tratamiento con mayor utilidad en cuestión de venta de gallina de descarte fue el tratamiento D1 con un total de 392.46\$ y el tratamiento H3 fue el que menor utilidad recibió 345.96\$.

El tratamiento con costos totales más altos fue el tratamiento D1, con un total de 4477.46\$ y el que obtuvo los costos totales más bajos fue el tratamiento D3 con un total de 1994.93\$. En cuestiones de utilidad neta el tratamiento D2, obtuvo 2182.47\$ y el tratamiento H3, quedo con un déficit de -38.55\$, el cual significa que no pudo cubrir sus costos totales.

Cuadro 29. Resultados de flujos 1

	H1		H2		H3		D1		D2		D3	
Inversión en aves	\$1108.80		\$1108.80		\$1108.80		\$1008.46		\$1008.46		\$1008.46	
Ingreso total	\$6439.21	100%	\$6498.70	100%	\$3364.57	100%	\$7314.62	100%	\$7019.15	100%	\$3465.50	100%
Producción unidades	56069		56630		30365		63107		60918		30123	
Ingreso por venta de aves	\$360.84		\$345.96		\$137.64		\$392.46		\$358.98		\$182.28	
Ingreso por venta de huevo	\$6078.37		\$6152.74		\$3226.93		\$6922.16		\$6660.17		\$3283.22	
Costos totales	\$4245.26	66%	\$4394.19	68%	\$2158.88	64%	\$4477.46	61%	\$3692.78	53%	\$1994.93	58%
Costos fijos	\$198.47	3%	\$198.47	3%	\$198.47	6%	\$198.47	3%	\$198.47	3%	\$198.47	6%
Costos variables	\$4046.79	63%	\$4195.72	65%	\$1960.41	58%	\$4278.99	58%	\$3494.31	50%	\$1796.46	52%
Depreciación	\$135.44	2%	\$135.44	2%	\$135.44	4%	\$135.44	2%	\$135.44	2%	\$135.44	4%
Utilidad	\$949.70		\$860.27		-\$38.55		\$1,693.26		\$2,182.47		\$326.67	

A continuación compararemos los siguientes resultados financieros con cada uno de los tratamientos. La tasa interna de retorno (TIR) nos indica que el tratamiento D2 con una TIR de 5% es más aconsejable llevarlo a cabo ya que por ser el tratamiento con la TIR mayor es el más atractivo. Luego de este sería el D1, con un TIR de 4% y finalizando con el H1 y el H2 que poseen la misma TIR 2%. El cuadro 9 lo ejemplifica de una mejor forma.

Cuadro 30. Tasa interna de retorno

Hy-line CV-22 [®]			
Descripción	H1(%)	H2(%)	H3(%)
Tasa interna de retorno (TIR)	2%	2%	0%
Dekalb White [®]			
Descripción	D1(%)	D2(%)	D3(%)
Tasa interna de retorno (TIR)	4%	5%	1%

El valor actual neto (VAN) con una tasa de descuento del 26% según el sistema Financiero Nacional a la comisión nacional de bancos y seguros (CNB) == <http://www.bch.hn/esteco/monetaria/tasapondme.pdf>==. Nos indica que el tratamiento más rentable según el VAN más alto es el D2 con un VAN de 277.18\$, continuado por el D1 con 2322.09\$ dejando como último a el tratamiento H3 con un VAN de 936.17\$. Haciéndolo el menos atractivo de toda el estudio.

Cuadro 31. Valor actual neto

Hy-line CV-22 [®]			
Descripción	H1(US\$)	H2(US\$)	H3(US\$)
Valor actual neto (VAN)	\$1,788.50	\$1,662.60	\$936.17
Dekalb White [®]			
Descripción	D1(US\$)	D2(US\$)	D3(US\$)
Valor actual neto (VAN)	\$2,322.09	\$2,773.18	\$1,147.28

Rentabilidad sobre ventas es la que nos dice cuál de los 6 tratamientos es más eficiente en la producción y venta de huevos. En este caso el D2 muestra un porcentaje más alto de 31% indicándonos una rentabilidad alta. Y en la línea genética Hy-line Cv-22 el más alto es el H1 con un 15% de rentabilidad. El cuadro 32 nos indica la rentabilidad sobre ventas de los 6 tratamientos.

Cuadro 32. Rentabilidad sobre ventas

Hy-line CV-22 [®]			
Descripción	H1(%)	H2(%)	H3(%)
Rentabilidad sobre ventas	15%	13%	-1%
Dekalb White [®]			
Descripción	D1(%)	D2(%)	D3(%)
Rentabilidad sobre ventas	23%	31%	9%

El costo unitario (cuadro 33) nos dice cuanto nos cuesta producir un huevo, esto nos dice que a menor este costo, más rentable es el tratamiento sobre costos totales. Es decir, el tratamiento D2 con un costo de 0.06\$ por huevo producido, es más eficiente ya que sus costos totales son más bajos que el resto.

Cuadro 33. Costo unitario

Hy-line CV-22 [®]			
Descripción	H1(US\$)	H2(US\$)	H3(US\$)
Costo unitario	\$0.08	\$0.08	\$0.08
Dekalb White [®]			
Descripción	D1(US\$)	D2(US\$)	D3(US\$)
Costo unitario	\$0.07	\$0.06	\$0.07

El periodo de retorno de la inversión (cuadro 34) será un instrumento utilizado en este estudio para medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo recuperen la inversión gastada al principio del estudio. En este caso están medidos por semanas ya que el estudio solo duro 48 semanas. El tratamiento con un PRI menos es el tratamiento D2, el cual nos dice que al transcurrir 21 semanas se recuperara la inversión inicial. El tratamiento con mayor PRI fue el tratamiento H3, ya que en sus 48 semanas no pudo cubrir los gastos iniciales.

Cuadro 34. Periodo de retorno de Inversión en semanas

Hy-line CV-22 [®]			
Descripción	H1 (Semanas)	H2(Semanas)	H3(Semanas)
PRI	30	42	No cubre
Dekalb White [®]			
Descripción	D1(Semanas)	D2(Semanas)	D3(Semanas)
PRI	25	21	44

Punto de equilibrio (cuadro 35) hace referencia al nivel de ingresos por ventas donde los costos fijos y variables (costos totales) se encuentran cubiertos. Es decir, es el costo de un producto donde las ganancias son nulas. Este punto nos sirve para determinar en qué punto obtenemos beneficios positivos, y desde que precio de ventas, generaríamos pérdidas. En el cuadro 35 se encuentran los 3 puntos de equilibrio, basados en las 3 fases según los precios puestos por el módulo de centro de investigación avícola. En este podemos observar que en la línea genética Hy-Line CV-22 el tratamiento 1 posee los puntos de equilibrio más bajos, logrando generar mayor ganancia según sus costos. Y el tratamiento 3, por lo contrario genera pérdida, no logra cubrir sus costos con los ingresos de venta.

Para la línea genética Dekalb White el tratamiento o dieta 2 es el que posee los puntos de equilibrio más bajos, independientemente de la fase en la que este se encuentra, dándole una ventaja competitiva contra las demás dietas.

Cuadro 35. Punto de equilibrio según fase I, II, II

Hy-line CV-22 [®]				
Descripción	Precios de venta	H1 (US\$)	H2(US\$)	H3(US\$)
Punto equilibrio	0.08\$	0.07	0.07	0.08
	0.10\$	0.08	0.09	0.1
	0,12\$	0.09	0.1	0.11
Dekalb White [®]				
Descripción	Precios de venta	H1 (US\$)	H2(US\$)	H3(US\$)
Punto equilibrio	0.08\$	0.06	0.05	0.07
	0.10\$	0.08	0.07	0.09
	0.12\$	0.08	0.07	0.1

4. CONCLUSIONES

- Para la línea Hy-Line CV-22[®] los Trt 1 y 2 presentaron la mejor producción de huevo y consumo, a diferencia del Trt 3.
- Para la línea Hy-Line CV-22[®] el Trt 3 mostró las conversiones g:g y kg/Dz más elevadas.
- Para la línea Hy-Line CV-22[®] las variables de peso de huevo y membranas no presentaron diferencias, pero si en las variables de huevos sucios y quebrados.
- Para la línea Hy-Line CV-22[®] el Trt 3 presento la mortalidad acumulada más elevada.
- Para la línea Dekalb White[®] la mejor producción de huevo y consumo fue con el Trt 1 y 2 a diferencia del Trt 3.
- Para la línea Dekalb White[®] el Trt 3 presentó la mortalidad acumulada más elevada.
- Para la línea Dekalb White[®] no presento diferencia en la calidad de peso de huevo, pero si presentó diferencia en las variables de huevos quebrados, sucios y membrana con el Trt 3.
- No existe efecto de la línea y el programa nutricional en la carga de mesófilos aerobios en el interior y exterior del huevo fresco producido en jaulas convencionales.
- La deficiencia en la calidad del programa nutricional puede trastornar el desarrollo de la gallina ponedora afectando la calidad externa del huevo.
- La vida anaquel microbiológica de huevos producidos en jaulas convencionales es de 24 días a 25 ± 3°C y HR 40-50% basada en su límite de 1 Log UFC g-1 en el interior del huevo y cumpliendo con las regulaciones microbiológicas de ausencia de *Salmonella* spp. en 25 mL.
- La línea Dekalb White[®] con el trt 2 es más rentable.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la línea Dekalb White® para el sistema de postura en jaulas.
- Realizar una clasificación correcta de huevos por tamaños, si el mercado lo permite.
- Establecer el plan de muestro del límite microbiológico de recuento de mesófilos internos de huevo en regulaciones sanitarias de alimentos en Honduras.
- Identificar la presencia/ausencia de *Salmonella* en cada paso de la elaboración del programa nutricional y en materias primas.
- Realizar el estudio, utilizando el galpón a su máxima capacidad, para que no diluir las depreciaciones.

6. LITERATURA CITADA

Andrew, W. Jacobson, A. Hammack, T. 2011. BAM Chapter 5: *Salmonella*. Consultado: 15 nov 2013. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>

Barahona Rosales, G., Machado Pinto, O D. 2013. Producción y calidad del huevo en las líneas Hy-Line CV22® y Hy-Line Brown® alimentadas con diferentes concentraciones de Calcio, Fósforo y relación Calcio/Fósforo. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 41p.

Board, R.G. y H. S. Tranter. 1995. The microbiology of eggs. In: W. Stadelman y O.J. Cotterill (eds.) Egg science and Technology, 4ta ed. Food Products Press, New York. p 81-103.

Colavitti, R., C. Ernst. 2011. Cómo adquirir una mayor vida anaquel en huevos. Industria Avícola. (EUA). 58(3):10

Cogan, T.A, F. Jørgensen, H.M. Lappin-Scott, C.E. Benson, M.J. Woodward, T.J. Humphrey. 2004. Flagella and curli fimbriae are important for the growth of *Salmonella enterica* serovars in hen eggs. In: Microbiology 150: 1063-1071.

Creus, E. 2012. Contaminación por *Salmonella* en los piensos (II): control. (en línea). Consultado 23 de agosto de 2014. Disponible en: http://www.3tres3.com/salmonela/contaminacion-por-salmonella-en-los-piensos-ii-control_30622/

De Reu, K. 2006. Bacteriological contamination and infection of shell eggs in the production chain: a review. Instituut voor Landbouw. Ghent, Bélgica. p 21, 22

“En Honduras se consumen 120 huevos por habitante”. Diario Tiempo San Pedro Sula, Honduras, febrero 2013.

Hernández, M., A Sastre. 1999. Tratado de nutrición. Madrid, España. Ed. Díaz Santos S.A. pp. 372-373.

Hy-Line International. 2011. Hy-line CV22 Manual de Estándares de Rendimiento. 2ª ed. Iowa, USA. p 13.

Hy-Line International Dallas Center, Iowa 50063. 2012. Performance Standards Manual.

Ibarra Maigret, S. 2013. XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura; Nutrición y manejo de reproductoras livianas: alimentación de la gallina en postura (en línea). Consultado 25 de septiembre de 2014. Disponible en <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2514/nutrician-y-manejo-de-reproductoras-livianas-alimentacion-de-la-gallina-en-postura>.

Koelkebeck, K. 2010. Qué es la calidad del huevo y su conservación. (en línea). Consultado 11 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/1832/qua-es-la-calidad-del-huevo-y-su-conservacion>.

MINSA. 2008. NTS No 071-2008/MINSA-V.01/DIGESA. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo Humano. Perú. P 18-19.

Ministerio de Salud de Chile. 1996. Reglamento Sanitario de los alimentos N° 977: Criterios Microbiológicos. Santiago, Chile. p 86.

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SSA1-1996. Bienes y servicios. Huevos y sus productos y derivados, D.F, México. p 32.

Pascual, M. Calderon, V. 2000. Microbiología Alimentaria Método Analítica para Alimentos y Bebidas. 2a ed. Díaz de Santos. Madrid, España. p 13,14-17, 273

Pasquali, F., T. Manfreda, P. Olivi, P. Rocculi, F. Sirri, A. Meluzzi. 2012. Modified-atmosphere packaging of hen table eggs: Effects on pathogen and spoilage bacteria. In: Poultry Science. 91(12):7 p.

Pronavícola. 2014. Manual de Aves en levante y Postura Lohmann Brown (en línea). Consultado 23 de septiembre de 2014. Disponible en <http://www.pronavicola.com/contenido/faqs>

Pujols, K. 2012. Efecto del recubrimiento con aceite de soya, alfa y beta quitosano y sus combinaciones en emulsión en la calidad y vida anaquel del huevo. Tesis Ing. Agroindustria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 28 p.

Reglamento Técnico de Costa Rica. 2006. RTCR 397 Huevos frescos o refrigerados de gallina para consumo humano. 12 p.

Ricke, S., S.G. Birkhold y R.K. Gast. 2001. Egg and Egg products. In Pouch, F y K. Ito. (ed) Microbiological examination of foods. 4ta ed. American Public Health Association, Washington, EEUU, Sheridan Books, Inc. p 478.

Ruiz, M.D. 2010. Huevo y ovoproductos. In: A. Gil. (ed.) Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2da ed. Madrid, Editorial Medica Panamericana. p 79, 93-94.

SAS®. 2009. User's Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC, USA. Versión. 9.1.

Tauson, R. (2002). Furnished cages and aviaries: production and health. World's Poultry Science Journal 58: 49-63.

USDA (United States Department of Agriculture). 2013. Huevos en Cascaron de la Granja Hasta La Mesa (en línea). Consultado 11 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/preparacion-productos-de-huevos/huevos-en-cascaron/huevos-en-cascaron>

USDA (United States Department of Agriculture). 2000. Egg-Grading Manual. Washington. p 24.

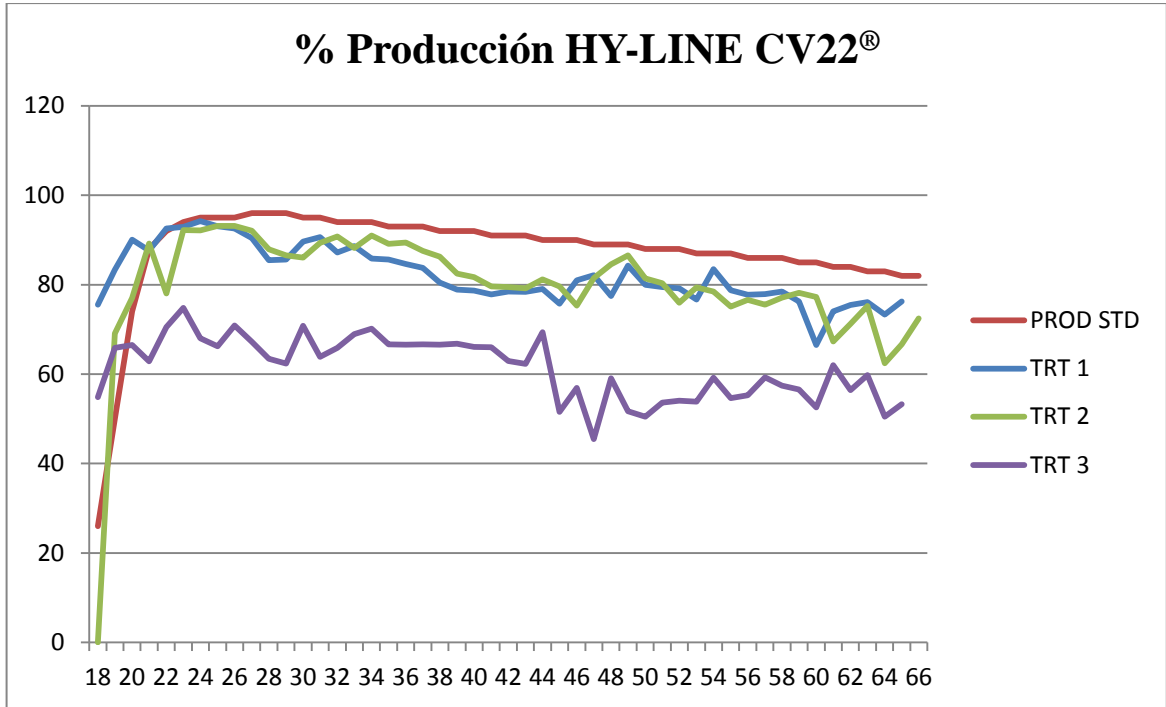
Vasquez Moreira, A. 2013. Efecto de tres programas nutricionales en el desarrollo de pollas en las líneas Hy-Line CV-22® y Dekalb White® de 1 hasta 16 semanas de edad. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 30p.

Valverde, C. 2012. Control Microbiológico de Salmonelosis en ponedoras. (en línea). Consultado 2 de septiembre. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MG%2FMG_2012_244_46_49.pdf

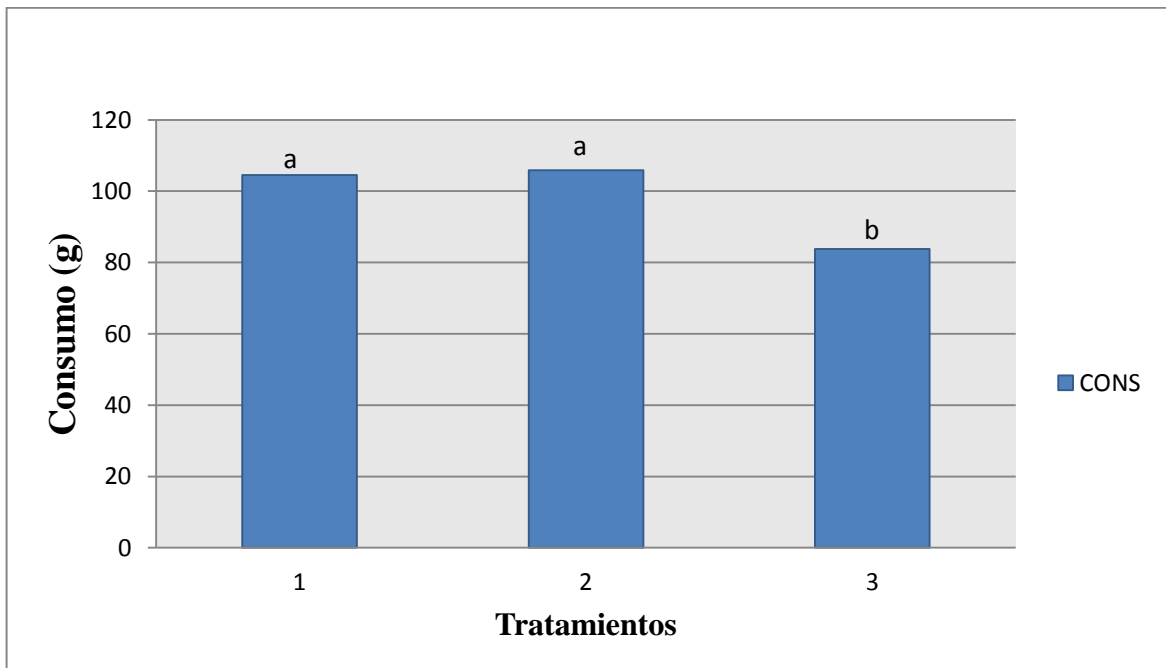
Williams, K. 1992. Factores que afectan la calidad del huevo. World's Poultry Science Journal. 48:5-16

7. ANEXOS

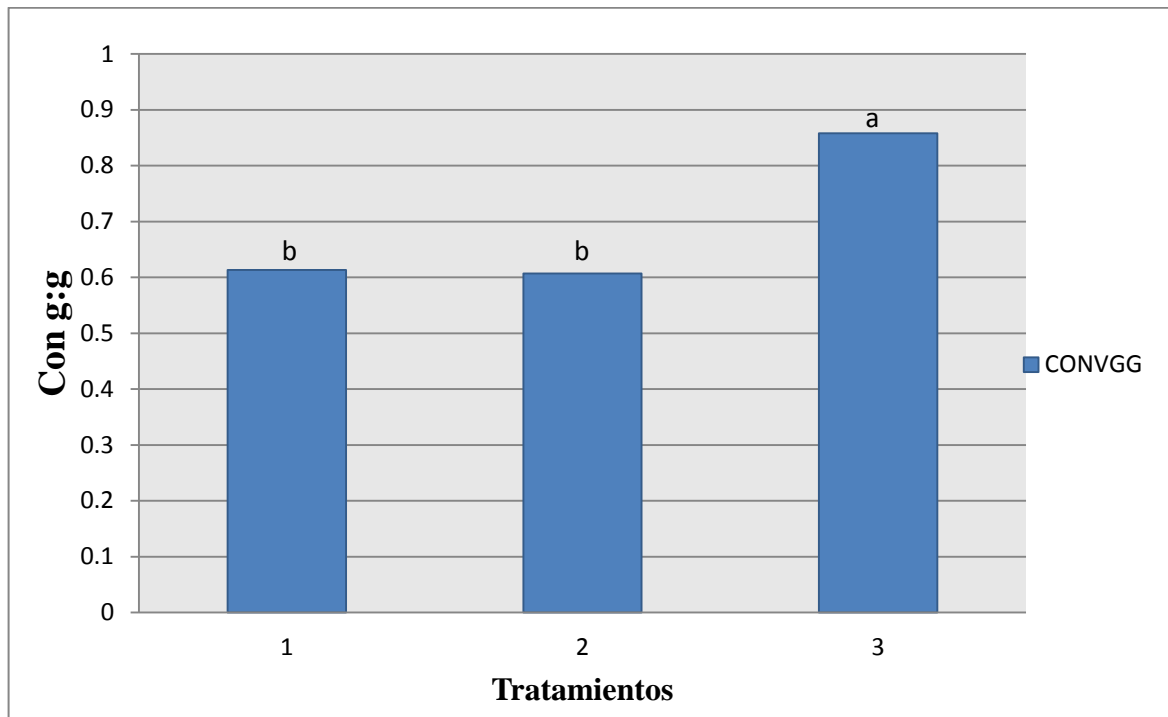
Anexo 1. Producción para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



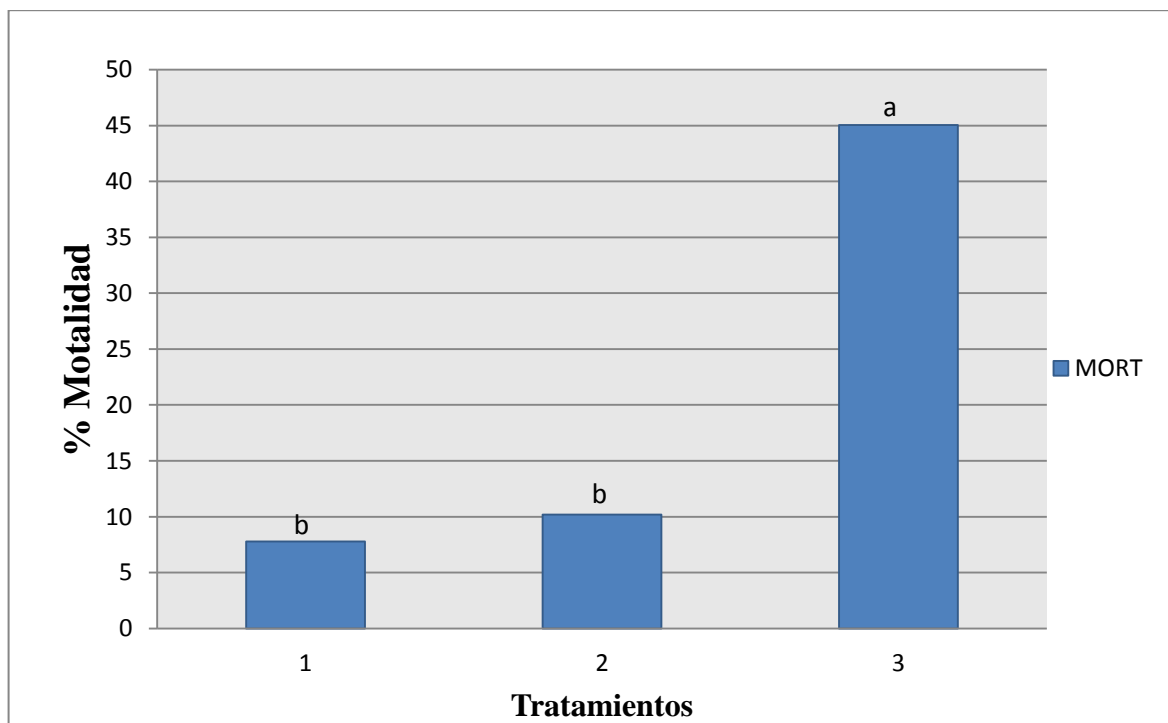
Anexo 2. Consumo para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



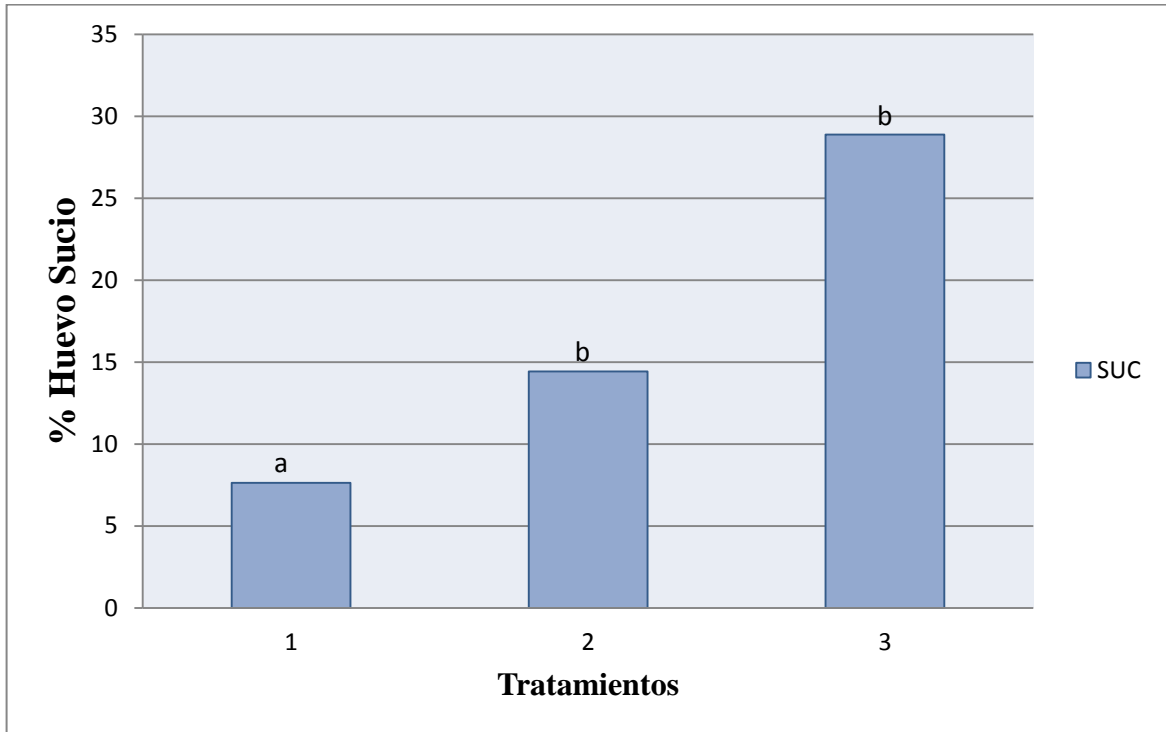
Anexo 3. Conversión g:g para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



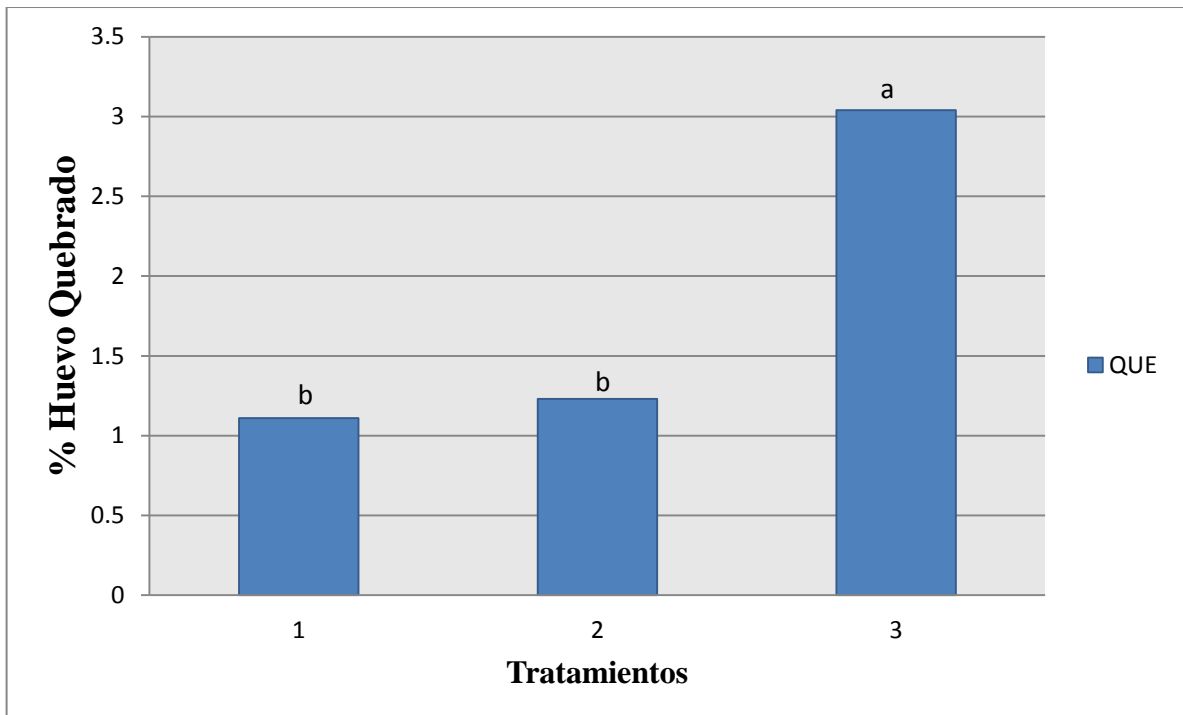
Anexo 4. % de Mortalidad para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



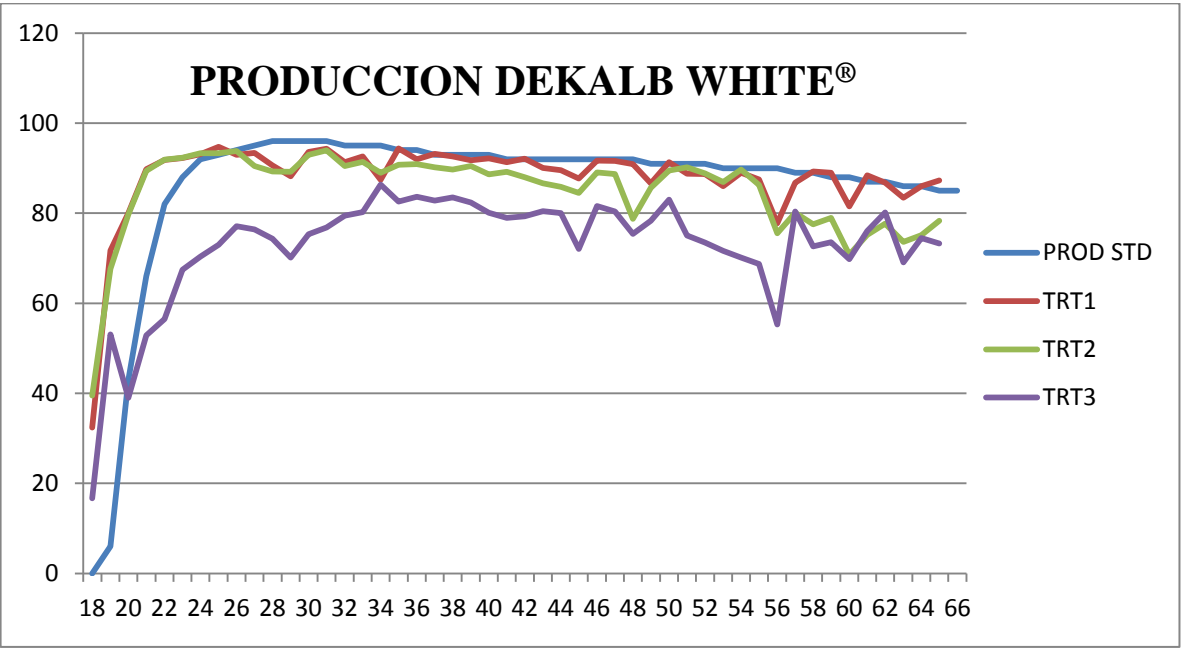
Anexo 5. Porcentaje de sucios para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



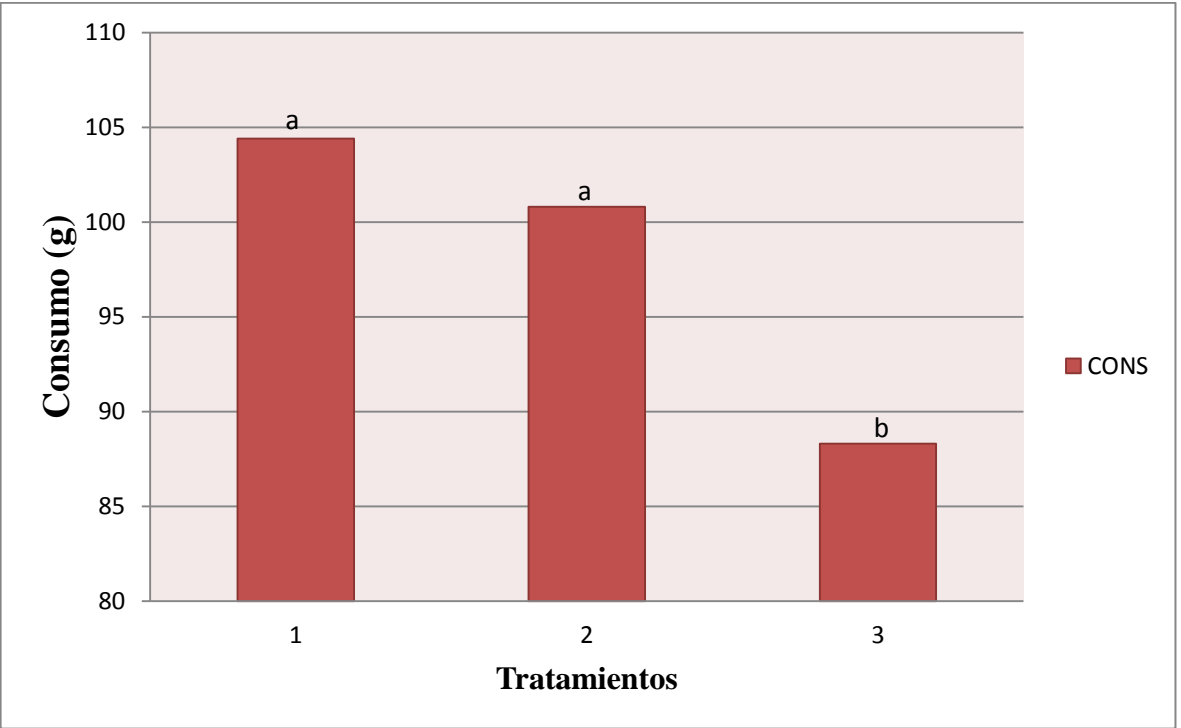
Anexo 6. Porcentaje de quebrados para la línea Hy-Line CV22[®] desde la 18-65 semanas de edad



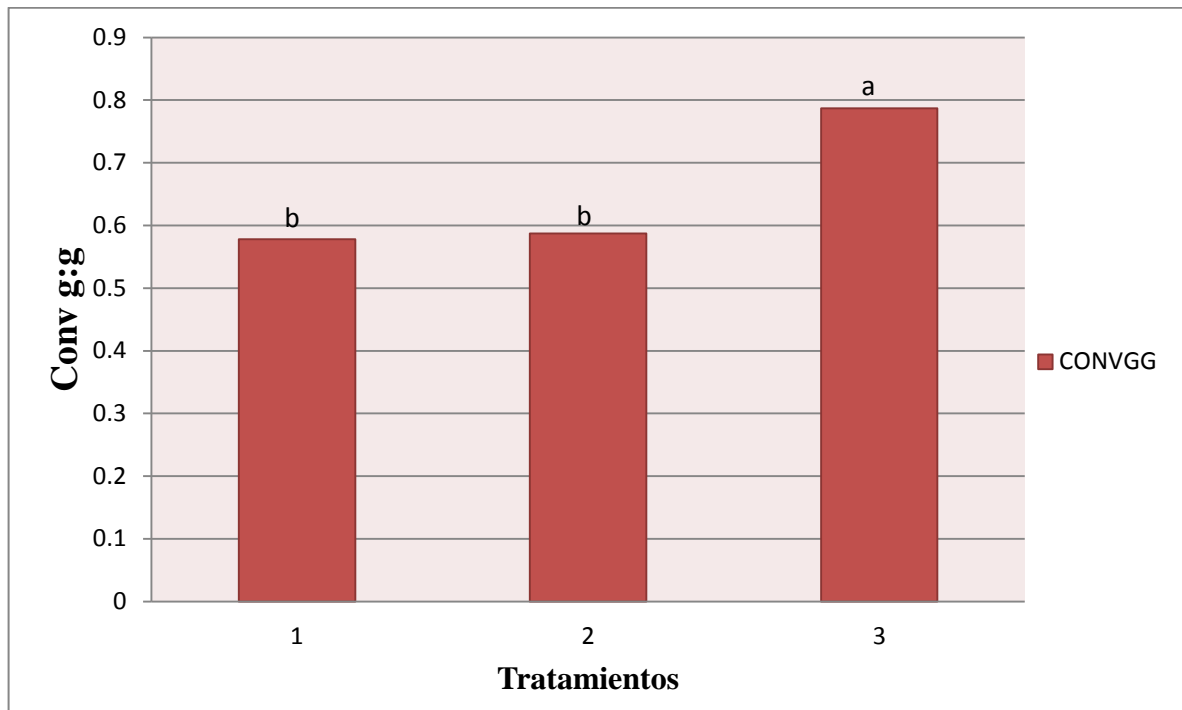
Anexo 7. Producción para la línea Dekalb White® desde la 18-65 semanas de edad



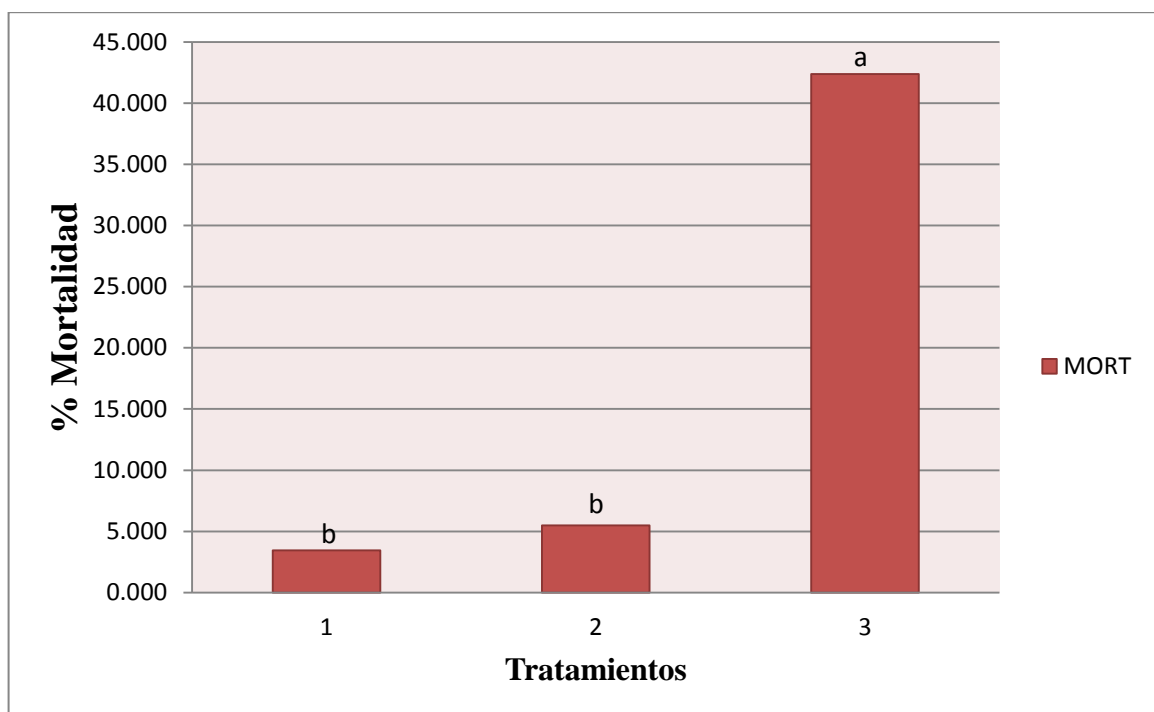
Anexo 8. Consumo para la línea Dekalb White® desde la 18-65 semanas de edad



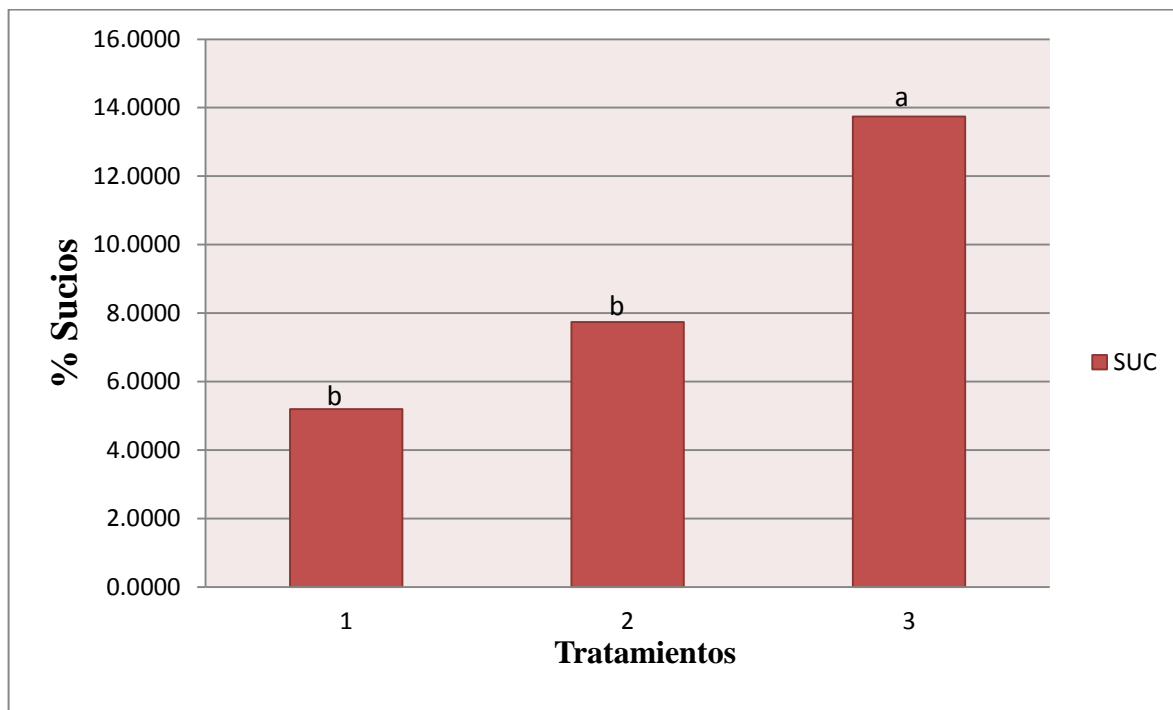
Anexo 9. Conversión g:g para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad



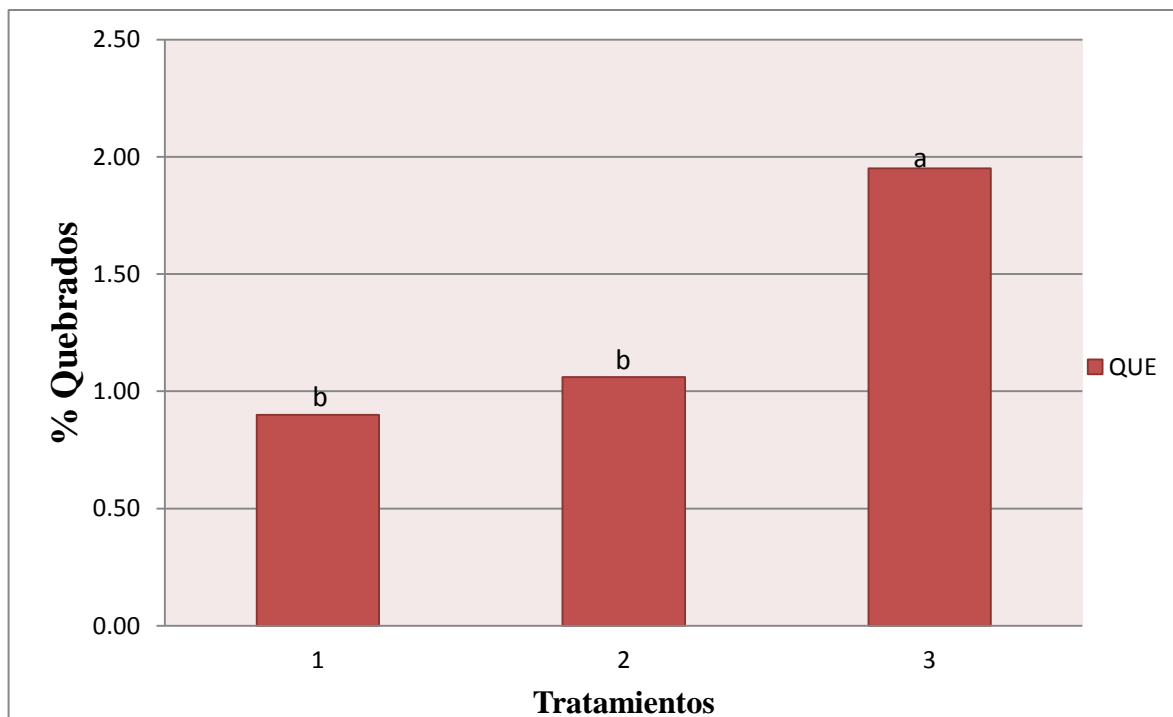
Anexo 10. % de Mortalidad para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad



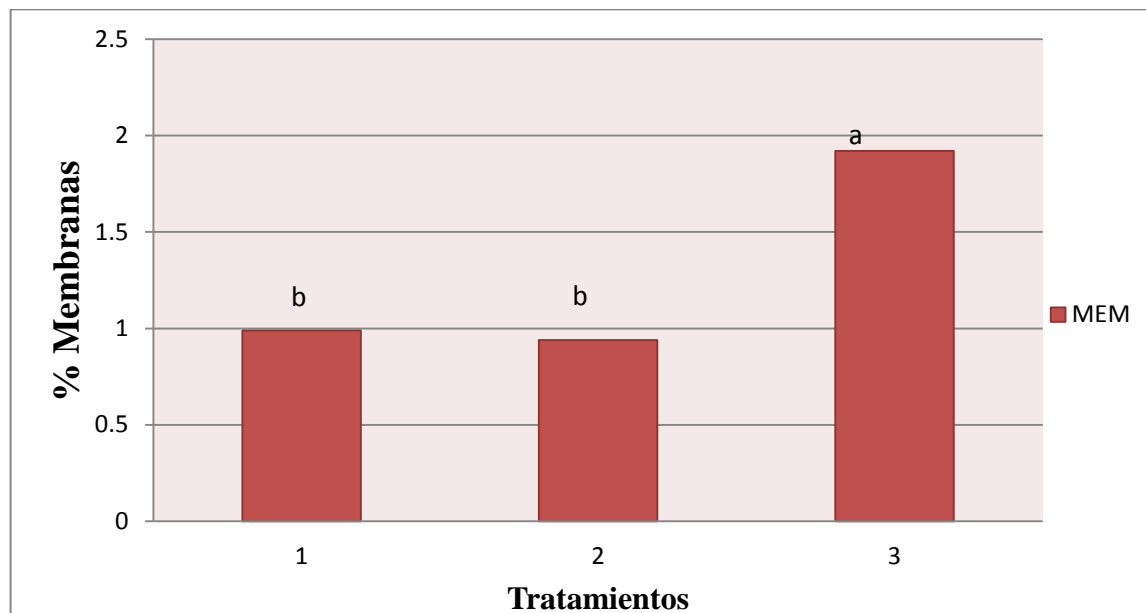
Anexo 11. Porcentaje de sucios para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad



Anexo 12. Porcentaje de quebrados para la línea Dekalb White[®] desde la 18-65 semanas de edad



Anexo 13. Porcentaje de membranas para la línea Dekalb White® desde la 18-65 semanas de edad



Anexo 14. Recuento de mesófilos aerobios del cascarón de huevo fresco por fases de los tratamientos

Tratamientos	Fases Log UFC g ⁻¹ ± D.E.			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
H1	2.88 ± 0.566	3.71 ± 0.481	0.85 ± 0.212	2.46 ± 0.049
H2	2.61 ± 0.000	3.45 ± 0.311	2.10 ± 0.141	2.82 ± 0.099
H3	3.45 ± 1.513	3.51 ± 1.308	1.59 ± 0.834	2.13 ± 0.247
D1	2.71 ± 0.841	3.42 ± 0.304	1.48 ± 0.000	2.17 ± 0.127
D2	3.17 ± 0.240	3.18 ± 0.141	2.30 ± 0.000	2.04 ± 0.056
D3	3.13 ± 0.028	3.45 ± 0.028	0.70 ± 0.000	3.22 ± 0.021

Anexo 15. Recuento de mesófilos aerobios internos de huevo fresco por fases de los tratamientos

Tratamientos	Fases Log UFC g ⁻¹ ± D.E.			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
H1	0.85 ± 0.212	0.7 ± 0.000	0.85 ± 0.212	1.0 ± 0.000
H2	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	1.0 ± 0.424
H3	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000
D1	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	1.2 ± 0.707	0.7 ± 0.000
D2	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000
D3	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000	0.7 ± 0.000

Anexo 16. Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22[®] con trt 1

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
80%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
90%	0.07	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
100%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
110%	0.09	-\$0.02	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04
120%	0.10	-\$0.03	-\$0.02	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03
130%	0.10	-\$0.03	-\$0.02	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03

Anexo 17. Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22[®] con trt 2

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
80%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
90%	0.07	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
100%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
110%	0.09	-\$0.02	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04
120%	0.10	-\$0.03	-\$0.02	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03
130%	0.10	-\$0.03	-\$0.02	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03

Anexo 18. Análisis de sensibilidad para la línea Hy-Line CV22[®] con trt 3

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.05	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08
80%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
90%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
100%	0.07	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
110%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
120%	0.08	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
130%	0.09	-\$0.02	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04

Anexo 19. Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White[®] con trt 1

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.05	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08
80%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
90%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
100%	0.07	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
110%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
120%	0.08	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
130%	0.09	-\$0.02	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04

Anexo 20. Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White® con trt 2

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.04	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08	\$0.09
80%	0.05	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08
90%	0.05	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08
100%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
110%	0.07	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
120%	0.07	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
130%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05

Anexo 21. Análisis de sensibilidad para la línea Dekalb White® con trt 3

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PRECIO

		PRECIO DE VENTA						
		70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
Costo Unitario	\$	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13
70%	0.05	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08
80%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
90%	0.06	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07
100%	0.07	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05	\$0.06
110%	0.08	-\$0.01	\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
120%	0.08	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04	\$0.05
130%	0.09	-\$0.02	-\$0.01	-\$0.00	\$0.01	\$0.02	\$0.03	\$0.04