

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA
DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD
DEL HUEVO DE GALLINA**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería y Ciencia de Los Alimentos

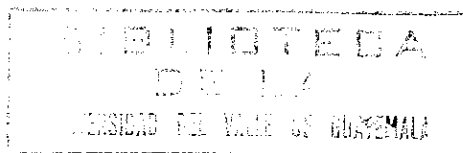


**“EFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA
CALIDAD DEL HUEVO DE GALLINA”**

ILSE BEATRIZ YON LEÓN


Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN CIENCIAS DE ALIMENTOS



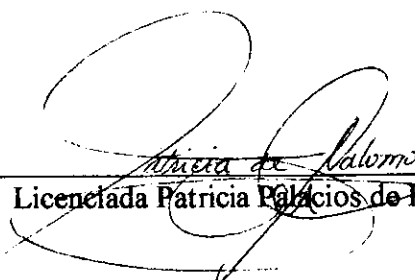
Guatemala
1998

Vo. Bo. :

(f) 

Doctor Adolfo Sanz
Asesor


Tribunal:

(f) 

Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f) 

Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 

Doctor Adolfo Sanz

Fecha de aprobación: 30 de marzo de 1998.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Formación y Estructura del Huevo	2
B. Composición	4
1. Clara o albúmina	4
2. Yema	6
3. Cascarón	9
4. Quelaza	9
5. Membrana del cascarón	9
6. Cavityad de aire	10
7. Membrana Vitelina	10
8. Disco Germinal	10
C. Factores de Calidad	15
1. Manchas de sangre	15
2. Color	16
3. Tamaño	16
4. Clasificación	16
5. Fecha en los cartones	19
6. Fecha “juliana”	19
7. Unidad Haugh	19
D. Huevos Fértiles	21
E. Huevos “Free-range” o Huevos de Granja	21
F. Huevos Orgánicos	23

	Página
G. Huevos Frescos	23
H. Almacenamiento de los Huevos	24
I. Efectos que influyen en la Calidad del Huevo	24
1. Efectos de la Temperatura	24
2. Salmonela	25
J. Manejo Seguro de Alimentos	26
K. Otros Factores de Seguridad	28
1. Yema y claras crudas	28
2. Ingredientes ácidos	29
III. JUSTIFICACIÓN	30
IV. OBJETIVOS	32
V. HIPÓTESIS	33
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	35
VII. DISEÑO EXPERIMENTAL	40
VIII. RESULTADOS	41
IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	69
X. DISCUSIÓN	71
XI. CONCLUSIONES	75
XII. APÉNDICES	
A. Tablas de datos obtenidos a lo largo del estudio	76
B. Gráficas de la viscosidad de la clara a los diferentes días en que se realizó el estudio	79
XIII. RECOMENDACIONES	86
XIV. BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
2.1 Composición Química del Huevo de Gallina	4
2.2 Valores Nutricionales Tentativos para 100 gramos de Huevo Líquido/Congelado	11
2.3 Nutrient Breakdown	13
2.4 Relación entre Unidades Haugh y la Altura de la albúmina	20
8.5 Análisis Proximal del Huevo	41
A.6 Ambiente vrs. Refrigeración	76
A.7 Piso vrs. Jaula a Temperatura Ambiente	77
A.8 Piso vrs. Jaula en Refrigeración	78

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Estructura del huevo de gallina	3
2.2	Composición del huevo de gallina	7
2.3.a	Cambios en la calidad interior de los huevos al envejecer	17
2.3.b	Cambios en la calidad interior de los huevos al envejecer	18
2.4	Relación entre Unidades Haugh y la Clasificación dada por la USDA para un huevo de 2 onzas	22

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
8.1	Comportamiento del pH en el Huevo Entero	42
8.2	Comportamiento del pH en la Clara del Huevo	43
8.3	Comportamiento del pH en la Yema del Huevo	44
8.4	Comportamiento de la Densidad de la Clara	45
8.5	Comportamiento de la Altura de la Clara	46
8.6	Comportamiento de la Viscosidad de la Clara	47
8.7	Comportamiento del Diámetro de la Yema	48
8.8	Comportamiento de la Altura de la Yema	49
8.9	Comportamiento de la Unidad Haugh	50
8.10	pH del Huevo Entero a Temperatura Ambiente	51
8.11	pH de la Clara del Huevo a Temperatura Ambiente	52
8.12	pH de la Yema del Huevo a Temperatura Ambiente	53
8.13	Densidad de la Clara a Temperatura Ambiente	54
8.14	Altura de la Clara a Temperatura Ambiente	55
8.15	Viscosidad de la Clara a Temperatura Ambiente	56
8.16	Diámetro de la Yema a Temperatura Ambiente	57
8.17	Altura de la Yema a Temperatura Ambiente	58
8.18	Unidad de Haugh a Temperatura Ambiente	59
8.19	pH del Huevo Entero en Refrigeración	60
8.20	pH de la Clara del Huevo en Refrigeración	61
8.21	pH de la Yema del Huevo en Refrigeración	62
8.22	Densidad de la Clara en Refrigeración	63

Gráfica	Página
8.23 Altura de la Clara en Refrigeración	64
8.24 Viscosidad de la Clara en Refrigeración	65
8.25 Diámetro de la Yema en Refrigeración	66
8.26 Altura de la Yema en Refrigeración	67
8.27 Unidad de Haugh en Refrigeración	68

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio se observó el efecto de la temperatura ambiente de almacenamiento sobre la calidad del huevo.

Para la realización de este estudio se tomaron como muestras huevos “frescos” directamente de una avícola guatemalteca, los cuales fueron almacenados a temperatura ambiente (25°C) y en refrigeración (4°C). A estos se les realizó un análisis físico, el cual incluyó una medición de pH, viscosidad y densidad de la clara, aplanamiento de la yema y peso del huevo; estos análisis se realizaron a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, y 30 días de almacenados a las distintas temperaturas. También se les practicó un análisis químico y microbiológico. El análisis químico consistió en hacer un análisis proximal del huevo al principio del estudio. El análisis microbiológico consistió en una determinación de *Pseudomonas*, *E. Coli* y en especial de *Salmonella*, este estudio se realizó a los 0, 15 y 30 días.

Se realizaron dichas mediciones, ya que el huevo cuando va perdiendo su frescura, sufre diferentes cambios fisicoquímicos; como por ejemplo, la clara espesa tiende a expandirse y se confunde con la clara delgada del huevo. Otro cambio es que la yema del huevo se aplana. Además también el pH se vuelve más alcalino, cambiando algunas propiedades en las proteínas. Con todo ésto, el huevo se vuelve menos resistente a los ataques microbiológicos, pudiendo provocar daños a la salud, como lo es la salmonelosis. Por otro lado, el estudio se llevará a cabo sólo por un mes ya que según la USDA (United States Department of Agriculture) es mejor consumirlos antes de un mes.

Los resultados obtenidos se graficaron, para luego realizar el análisis estadístico adecuado, el cual consistió en utilizar el método de “T” de student con un nivel de confianza (α) de 0.05.

II. ANTECEDENTES

A. FORMACIÓN Y ESTRUCTURA DEL HUEVO

Las yemas que contienen la célula germinativa de la hembra se forman en el ovario de la gallina. Estas yemas caen dentro de la boca del oviducto, por el que pasan lentamente. En el camino, se cubren de capas de clara producidas por las células secretoras de albúmina, luego de tejido de membrana de otras células secretoras de proteína, y finalmente de calcio y otros minerales de células secretoras de minerales cerca del fondo del oviducto, y que forman el cascarón (Potter, 1978).

La estructura del huevo resulta de la secuencia de acontecimientos que ocurre en el oviducto. La yema central está rodeada de una membrana llamada membrana vitelina. Fuera de ésta está otra capa de membrana conocida como capa quelaziferosa. La yema está unida a la albúmina densa o firme por dos extensiones de la capa quelaziferosa llamadas quelaza. Vienen luego dos capas de albúmina, fluida y densa respectivamente, seguidas por otra de albúmina fluida. Fuera de ésta está el cascarón que tiene dos membranas interiores y, en su exterior, un revestimiento protector conocido como la cutícula (Potter, 1978).

El cascarón es poroso, lo cual permite que entren y salgan gases para el embrión que se está desarrollando, si se trata de un huevo fertilizado. Cuando el huevo se envejece, a medida que el aire entra a través del cascarón, se agranda el espacio lleno de aire en el extremo romo entre la membrana de la cáscara y ésta; si esta célula de aire está grande, es un indicio de que el huevo ha estado almacenado y que está menos fresco (Potter, 1978).

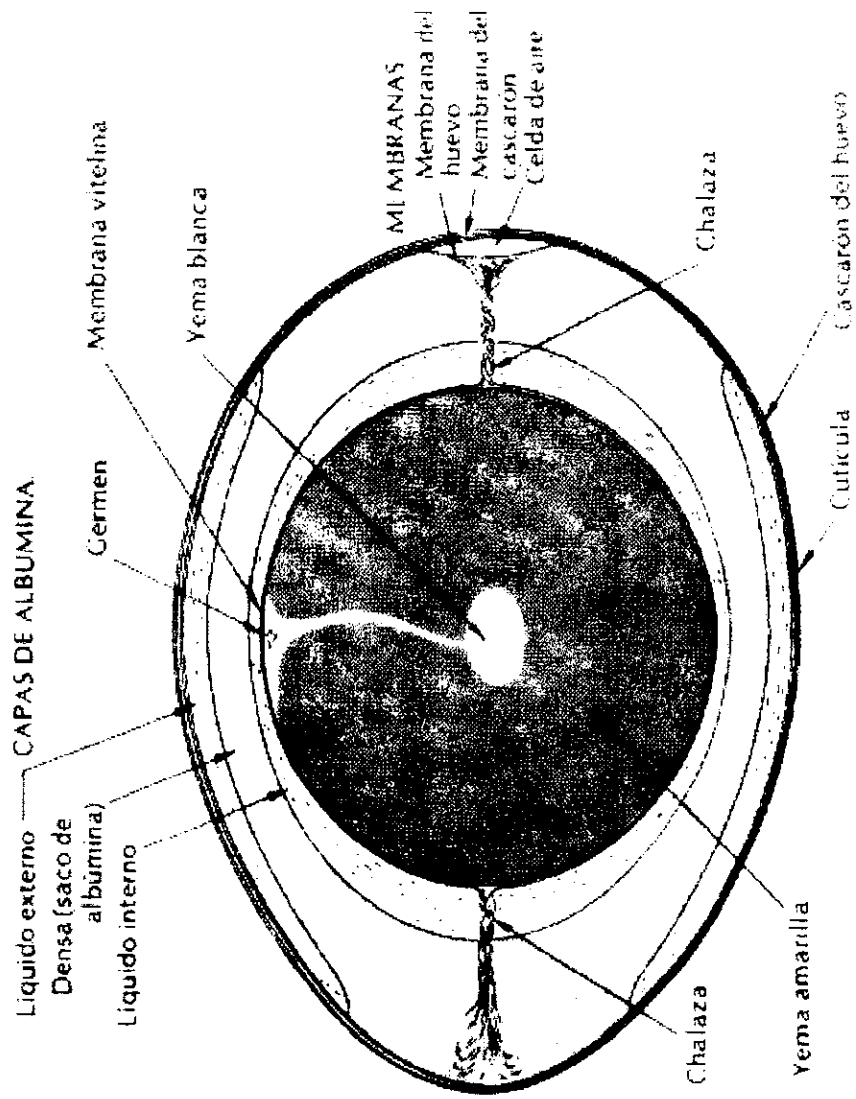


Figura No. 2. 1. Estructura del huevo de gallina (Charley, 1991).

B. COMPOSICIÓN

Los huevos contienen aproximadamente 2 partes de clara por 1 de yema, basándose en el peso. El huevo entero contiene alrededor de 65% de agua, 12% de proteína, y 11% de grasa. Pero las composiciones de la clara y la yema difieren considerablemente. Prácticamente toda la grasa está en la yema, y cuando los huevos se separan en la clara y yema para determinados fines, es importante no mezclarlas, ya que aun una cantidad muy pequeña de grasa afectaría en forma adversa la capacidad de batirse. El 12% de sólidos de clara de huevo está compuesto casi exclusivamente por proteínas [Tabla No. 2. 1]. La yema es rica en vitaminas A, D, E y K, solubles en grasa, y en fosfolípidos, entre ellos un emulsionante, la lecitina. Desde el punto de vista nutritivo, los huevos constituyen una fuente de grasa, proteínas, vitaminas y minerales, especialmente hierro (Potter, 1978).

TABLA No. 2.1
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUEVO DE GALLINA

Fracción	%	Agua	Proteína	Grasa	Ceniza
Huevo entero	100.00	65.50%	11.80%	11.00%	11.70%
Clara	58.00	88.00%	11.00%	0.20%	0.80%
Yema	31.00	48.00%	17.50%	32.50%	2.00%
		Carbonato de calcio	Carbonato De magnesio	fosfato de calcio	Materia Orgánica
Cascarón	11.00	94.00%	1.00%	1.00%	4.00%

(Potter, 1978).

1. Clara o albúmina. La albúmina en huevos crudos es opalescente y no aparece blanca hasta que es batida o cocida. Una apariencia amarilla o verdosa en la clara cruda puede ser indicador de riboflavina. Una clara densa se debe a la presencia de dióxido

de carbono el cual no tuvo tiempo de escapar a través del cascarón, e indica un huevo muy fresco (American Egg Board, 1995).

En raras ocasiones, la clara de un huevo duro puede ser oscura o con un matiz a caramelo, ésto se debe a la gran cantidad de hierro en el agua de cocimiento o a la reacción tipo carbonilamina. Usando huevos frescos y enfriándolos rápidamente después del cocimiento ayuda a prevenir este oscurecimiento (American Egg Board, 1995).

La albúmina, también conocida como clara de huevo, contribuye a la mayoría del peso líquido del huevo, cerca de 67%. Esta contiene más de la mitad del total de proteínas, niacina, riboflavina, cloro, magnesio, potasio, sodio, azufre. La albúmina consiste de cuatro capas de consistencia densa o firme y fluida. De la yema hacia afuera, estas capas son designadas como clara densa interna o "quelaza blanca", clara fluida interna, clara densa externa y clara fluida externa (American Egg Board, 1995).

Los principales constituyentes de la clara del huevo, además del agua, son las proteínas. La principal proteína de la clara del huevo, más de la mitad del total, es la ovalbúmina. Esta proteína (o grupo de moléculas proteicas estrechamente relacionadas) se desnaturaliza fácilmente por el calor, una característica de interés cuando los huevos se utilizan en la preparación de alimentos. La conalbúmina, igual que la ovalbúmina se coagula por el calor y suma alrededor de 14% del total de las proteínas en la clara del huevo. Una tercera proteína, el ovomucoide, representa 12% del total; esta proteína no se coagula con el calor. Estas tres glucoproteínas suman más de 80% del total de proteínas de la clara del huevo. Además, la clara contiene aproximadamente 7% de globulinas, incluyendo la lisozima, una proteína que disuelve las paredes celulares de ciertas bacterias. La clara también contiene ovomucina (menos del 2% del total) que contribuye al espesor de la clara gruesa y una pequeña cantidad de la proteína avidina. Esta última interesa debido a su capacidad para fijar y sintetizar a la biotina. La avidina se desnaturaliza fácilmente cuando se cuecen los huevos (Charley, 1991).

La clara de huevo tiende a diluirse dependiendo de la edad del huevo porque sus proteínas cambian en caracteres. Es por eso que los huevos frescos se mantienen firmes en la sartén mientras que los no frescos tienden a expandirse (American Egg Board, 1995).

La albúmina es más opalescente que blanca. La apariencia nubosa proviene del dióxido de carbono. Conforme la edad del huevo el dióxido de carbono escapa, por lo tanto la albúmina de los huevos viejos es más transparente que la de los huevos frescos (American Egg Board, 1995).

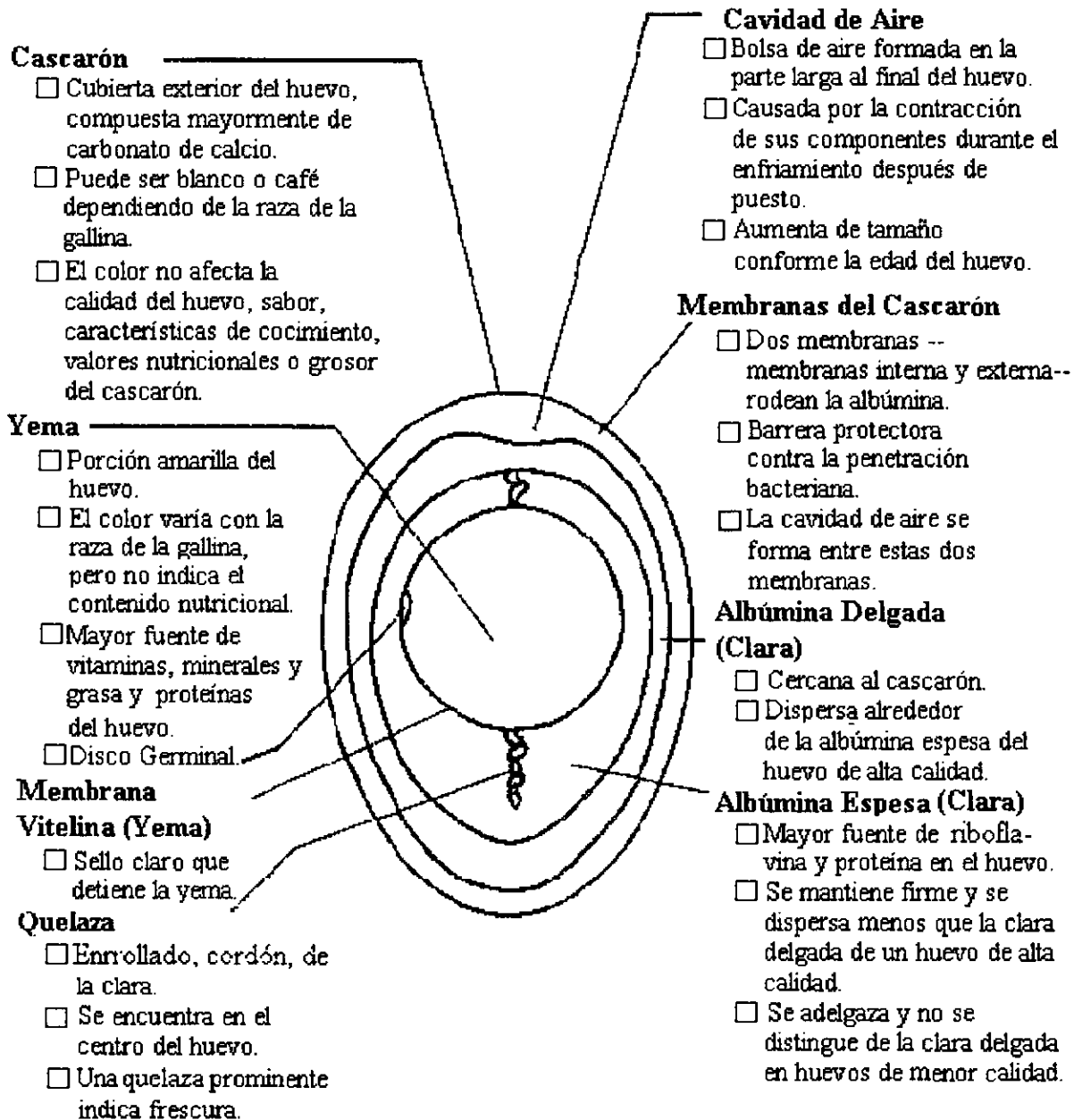
Cuando la albúmina del huevo es batida vigorosamente, se forma espuma e incrementa de 6 a 8 veces en volumen. La espuma del huevo es esencial para hacer suflés, merengues, omelets, etc. (American Egg Board, 1995).

2. Yema. La yema o la porción amarilla forma parte de 33% del peso líquido del huevo. Esta contiene toda la grasa del huevo y un poco menos de la mitad de las proteínas (American Egg Board, 1995).

La proteína principal en la yema de huevo es la vitelina. Además, la yema de huevo contiene fosvitina (una proteína extraordinariamente alta en fósforo) y livetina (alta en azufre). La grasa en la yema de huevo consiste de triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. La vitelina está presente en la yema de huevo como un complejo lipoproteico y se le conoce como lipovitelina. El principal fosfolípido es la lecitina (fosfatidilcolina) con algo de fosfatidiletanolamina y pequeñas cantidades de fosfatidilserina. De las proteínas, sólo la livetina, una pequeña fracción del total de la yema del huevo, está dispersa en la fase acuosa (Charley, 1991).

Con la excepción de la riboflavina y la niacina, la yema contiene una proporción más alta en vitaminas que la clara. Todas las vitaminas del huevo A, D, y E se encuentran en la yema. La yema de los huevos es uno de los pocos alimentos que contienen la vitamina D en forma natural. La yema contiene también más fósforo, manganeso, hierro, yodo, cobre y calcio que la clara, y posee todo el cinc. La yema de un huevo grande contiene cerca de 59 calorías (American Egg Board, 1995).

Figura No. 2. 2. Composición del huevo de gallina.



(American Egg Board, 1995).

Los huevos con doble yema son generalmente producidos por gallinas jóvenes que todavía no tienen una sincronización completa de su ciclo de producción. También son producidos ocasionalmente por gallinas viejas que pueden producir huevos extra grandes. Otro factor es la genética (American Egg Board, 1995).

Estos huevos con doble yema son muy comunes y pueden ser detectados por la presencia de dos sombras producidas por las yemas ante la luz. Estos huevos son tan buenos como los que poseen una sola yema pero son de tamaño muy grande, y para mantener la uniformidad del producto son separados de los otros (Benjamin, 1960).

En los huevos fértiles, la yema es el sitio de formación del embrión. La yema es la responsable de las propiedades emulsificantes (American Egg Board, 1995).

El color de la yema depende de la dieta de la gallina. Si ésta obtiene gran cantidad de plantas con pigmentación amarilla-anaranjada conocidas como xantofila, estas serán depositadas en la yema. Las gallinas alimentadas con una mezcla que contenga maíz amarillo y alfalfa tendrán una yema de color amarillento, mientras aquellas que ingieran trigo o cebada producirán yemas de colores claros. Una dieta sin color, por ejemplo basada en maíz blanco producirá yemas casi sin color. Sustancias naturales amarilla-anaranjada como los pétalos de clavelón pueden ser añadidos para sobresaltar el color de la yema. Los aditivos artificiales no son permitidos. Los pigmentos de la yema son relativamente estables y no se pierden o cambian durante el cocimiento (American Egg Board, 1995).

Algunas veces se encuentra un anillo verdoso alrededor de la yema en los huevos duros. Este es el resultado de la presencia de azufre y hierro dentro del huevo los cuales reaccionan en la superficie de la yema. Esto puede ocurrir cuando los huevos son sobre-cocidos o cuando hay una gran cantidad de hierro presente en el agua de cocimiento. Las yemas verdosas se pueden evitar utilizando un tiempo y una temperatura apropiados de cocimiento y enfriando rápidamente los huevos cocidos (American Egg Board, 1995).

Algunas veces un gran batch de huevos revueltos se puede tornar verde. Aunque su apariencia no sea agradable, este cambio de color no es dañino (American Egg Board, 1995).

3. Cascarón. Es la capa exterior del huevo, que aporta aproximadamente del 9 al 12% del peso total dependiendo del tamaño del huevo. El cascarón es la primera línea de defensa contra la contaminación bacteriana (American Egg Board, 1995).

El cascarón está compuesto en su mayoría por carbonato de calcio (cerca del 94%) con pequeñas cantidades de carbonato de magnesio, fosfato de calcio y otras materias orgánicas incluyendo proteínas. La fuerza del cascarón es influenciada grandemente por las vitaminas y minerales en la dieta de la gallina, particularmente por calcio, fósforo, manganeso y vitamina D. Si la dieta es deficiente en calcio, la gallina producirá un huevo con un cascarón suave y delgado o posiblemente un huevo sin ningún cascarón (American Egg Board, 1995).

El color proviene de los pigmentos de la capa exterior del cascarón los cuales van de blancos a cafés. La raza de las gallinas determina el color del cascarón. Una raza con plumas y con los lóbulos de las orejas blancas pone huevos blancos; las razas con los lóbulos de las orejas y plumas rojas ponen huevos cafés. Como las ponedoras de huevos cafés son aves más grandes y requieren una mayor alimentación, estos huevos son usualmente más caros que los huevos blancos (American Egg Board, 1995).

4. Quelaza. Es el centro de la clara. Entre más prominente es la quelaza, más fresco es el huevo, la quelaza no interfiere con el cocimiento o la batida de la clara y no es necesario removerla (American Egg Board, 1995).

5. Membranas del cascarón. Dentro del cascarón hay dos membranas, la interna y la externa. Después de que el huevo es puesto y comienza a enfriarse, la cavidad de aire se forma entre estas dos capas al final del huevo (American Egg Board, 1995).

6. Cavity de aire. Es el espacio vacío entre la clara y el cascarón en el extremo romo del huevo. Cuando el huevo es puesto, está caliente. Cuando se va enfriando, el contenido se contrae y la membrana interna del cascarón se separa de la externa para formar esta cavidad (American Egg Board, 1995).

El productor usa el tamaño de la cavidad de aire como una base para la determinación del grado de frescura. En el grado AA, la cavidad de aire no debe exceder de 7 mm de altura (en profundidad). La cavidad de aire de un huevo grado A no debe exceder de 10 mm de altura en profundidad. Los huevos grado B, no exceden los 12 mm de altura (Sanz, 1994).

Conforme la edad del huevo, la humedad y el dióxido de carbono salen a través de los poros del cascarón, el aire entra para reemplazarlos y la cavidad de aire se vuelve mayor. Sin embargo, esta cavidad se forma generalmente en el extremo romo del huevo, ésta ocasionalmente se mueve hacia la parte ancha conforme se rota el huevo. Esta es llamada entonces cavidad de aire libre o flotante. Si la cavidad se rompe, convirtiéndose en una o más pequeñas burbujas de aire flotando debajo de la cavidad principal, esto se conoce como una cavidad de aire "bubbly" (American Egg Board, 1995).

7. Membrana Vitelina. Esta es la cobertura de la yema. Su fuerza protege a la yema para que no se rompa. La membrana vitelina es débil en el disco germinal y tiende a convertirse en frágil conforme a la edad del huevo (American Egg Board, 1995).

8. Disco Germinal. Es el canal que guía al centro de la yema. El disco germinal es raramente visible como una ligera depresión sobre la superficie de la yema. Cuando el huevo es fertilizado, el espermatozoide entra por el disco y baja al centro y el embrión se empieza a formar (American Egg Board, 1995).

TABLA No. 2.2
VALORES NUTRICIONALES TENTATIVOS PARA 100 GRAMOS
DE HUEVO LÍQUIDO/CONGELADO*

	HUEVO ENTERO	YEMA	YEMA AZUCARADA	YEMA SALADA	CLARA
Proteína -g	11.950	15.500	13.800	14.000	9.800
Humedad -g	75.850	56.200	51.250	50.800	88.550
Grasa (Total de Lípidos) -g	10.200	25.600	22.750	23.000	0.000
Cenizas -g	0.950	1.550	1.400	10.600	0.600
Carbohidratos -g	1.050	1.150	10.800	1.600	1.050
Calorías -g	148.000	303.000	307.000	274.000	47.000
Colesterol -g	432.000	1075.000	959.000	955.000	0.000
LIPIDOS					
Acidos grasos como triglicéridos --g	8.834	22.171	19.695	19.903	
Total grasas saturadas --g	3.147	7.820	6.970	7.028	
14.0 Mirístico	0.037	0.085	0.073	0.073	
16.0 Palmítico	2.280	5.678	5.066	5.098	
18.0 Estearico	0.812	2.017	1.795	1.821	
Total grasas Monoinsaturadas --g	3.886	9.747	8.614	8.849	
16.1 Palmitoléico	0.258	0.641	0.550	0.574	
18.1 Oléico	3.581	9.007	7.983	8.175	
20.1 Eicosénico	0.028	0.063	0.055	0.064	
Total grasas poliinsaturadas --g	1.412	3.628	3.244	3.150	
18.2 Linoléico	1.098	2.944	2.599	2.513	
18.3 Linolénico	0.028	0.063	0.055	0.064	
18.4 Octadecatetraenóico	0.009	0.036	0.023	0.000	
20.4 Araquidónico	0.143	0.426	0.363	0.355	
20.5 Eicosapentaenóico	0.088	0.034	0.100	0.109	
22.6 Docohexaenóico	0.046	0.125	0.104	0.109	
VITAMINAS					
Vitamina A --IU	525.000	1410.000	1315.000	1190.000	0.000
Tiamina --mg	0.060	0.155	0.135	0.130	0.005
Piridoxina (B6) --mg	0.162	0.345	0.284	0.261	0.004
Acido fólico --mg	73.000	116.000	139.000	107.000	3.000
Niacina --mg	0.750	0.045	0.023	0.040	0.100
Riboflavina --mg	0.460	0.520	0.530	0.430	0.400

B12 --mcg	1.070	1.821	1.770	2.520	0.060
Riboflavina --mg	0.460	0.520	0.530	0.430	0.400
B12 --mcg	1.070	1.821	1.770	2.520	0.060
Acido pantoténico --mg	1.480	3.520	3.200	3.230	0.155
MINERALES					
Calcio --mg	59.000	138.000	123.000	114.000	7.000
Hierro --mg	1.850	3.340	3.140	3.750	0.050
Magnesio --mg	11.000	9.000	10.000	10.000	10.000
Fósforo --mg	202.000	417.000	384.000	431.000	13.000
Potasio --mg	130.000	118.000	103.000	117.000	136.000
Sodio --mg	133.000	67.000	67.000	3780.000	158.000
Cinc --mg	1.380	2.880	2.810	2.840	0.020
Cobre --mg	0.053	0.024	0.012	0.109	0.012
Manganesio --mg	0.034	0.062	0.059	0.062	0.007
AMINO ACIDOS					
Alanina	0.665	0.796	0.709	0.719	0.566
Arginina	0.717	1.106	0.985	0.999	0.533
Acido aspártico	1.201	1.515	1.349	1.369	0.997
Cistina	0.277	0.278	0.247	0.251	0.254
Acido glutámico	1.562	1.964	1.749	1.774	1.301
Glicina	0.402	0.479	0.426	0.432	0.343
Histidina	0.283	0.402	0.358	0.363	0.221
Isoleucina	0.652	0.784	0.698	0.708	0.554
Leucina	1.021	1.362	1.212	1.230	0.826
Lisina	0.858	1.230	1.095	1.111	0.666
Metionina	0.373	0.384	0.342	0.347	0.337
Fenilalanina	0.635	0.662	0.590	0.598	0.572
Prolina	0.476	0.647	0.576	0.585	0.381
Serina	0.889	1.324	1.179	1.196	0.676
Treonina	0.574	0.823	0.733	0.744	0.445
Triptofano	0.145	0.181	0.161	0.164	0.121
Tirosina	0.488	0.689	0.614	0.623	0.381
Valina	0.728	0.863	0.768	0.780	0.624

* Agricultural Research Service, USDA, 1994

TABLA No. 2.3

NUTRIENT BREAKDOWN

ENSAYO DE VALORES NUTRICIONALES PARA UN HUEVO CRUDO*

Basado en 59g. de peso del cascarón con 50g. del líquido total del huevo entero,
33.4g. de clara y 16.6g. de yema

NUTRIENTE Y UNIDAD	ENTERO	CLARA	YEMA
PROXIMAL			
Agua	37.660	29.330	8.100
Energía Alimenticia –calorías	75.000	17.000	59.000
Proteínas (N x 6.25) –g	6.250	3.520	2.780
Lípidos totales –g	5.010	-	5.120
Carbohidratos totales –g	0.610	0.340	0.300
Cenizas –g	0.470	0.210	0.290
LIPIDOS			
Acidos grasos como triglicéridos --g	4.327	-	4.428
Saturados –total	1.550	-	1.586
8:0 Caprílico	0.002	-	0.002
10:0 Cáprico	0.002	-	0.002
12:0 Láurico	0.002	-	0.002
14:0 Mirístico	0.017	-	0.017
16:0 Palmítico	1.113	-	1.139
18:0 Estearico	0.392	-	0.401
20:0 Araquídico * *	0.020	-	0.020
Monoinsaturados –total	1.905	-	1.949
14:1 Miritoléico * *	0.005	-	0.005
16:1 Palmitoléico	0.149	-	0.152
18:1 Oléico	1.736	-	1.776
20:1 Eicosenóico	0.014	-	0.014
22:1 Erúico	0.002	-	0.002
Poliinsaturados –total	0.682	-	0.698
18:2 Linoléico	0.574	-	0.587
18:3 Linoléico	0.017	-	0.017
20:4 Araquidónico	0.071	-	0.073
20:5 Eicosapentaenóico	0.002	-	0.002
22:6 Docohexaenóico	0.018	-	0.019
Colesterol –mg	213.000	-	213.000
Lecitina –g * *	1.150	-	1.110
Cefalín –g * *	0.230	-	0.219
VITAMINA			
A –IU	317.000	-	323.000
D --IU * *	24.500	-	24.500
E –mg	0.700	-	0.700
B12 -mcg	0.500	0.070	0.520
Biotina –mcg	9.980	2.340	7.580

Colina -mg	215.060	0.420	215.970
Acido fólico (Folacin) -mcg	23.000	1.000	24.000
Inositol --mg **	5.390	1.380	3.950
Niacina -mg	0.037	0.031	0.002
Acido pantoténico (B3) -mg	0.627	0.040	0.632
Piridoxina (B6) -mg	0.070	0.001	0.065
Rivoflavina (B2) mg	0.254	0.151	0.106
Tiamina (B1) -mg	0.031	0.002	0.028
MINERALES --mg			
Calcio	25.000	2.000	23.000
Cloro * *	87.100	60.000	27.100
Cobre	0.007	0.002	0.004
Yodo * *	0.024	0.001	0.022
Hierro	0.720	0.010	0.590
Magnesio	5.000	4.000	1.000
Manganeso	0.012	0.001	0.012
Fósforo	89.000	4.000	81.000
Potasio	60.000	48.000	16.000
Sodio	63.000	55.000	7.000
Azufre **	82.000	56.000	25.000
Cinc	0.550	-	0.520
AMINO ACIDOS --g			
Alanina	0.348	0.203	0.143
Arginina	0.375	0.191	0.199
Acido aspártico	0.628	0.358	0.272
Cistina	0.145	0.091	0.050
Acido glutámico	0.816	0.467	0.353
Glicina	0.210	0.123	0.086
Histidina	0.148	0.079	0.072
Isoleucina	0.341	0.199	0.141
Leucina	0.534	0.296	0.244
Lisina	0.449	0.239	0.221
Metionina	0.195	0.121	0.069
Fenilalanina	0.332	0.205	0.119
Prolina	0.249	0.137	0.116
Serina	0.465	0.242	0.238
Treonina	0.300	0.160	0.148
Triptofano	0.076	0.043	0.033
Tirosina	0.255	0.137	0.124
Valina	0.381	0.224	0.155

* 1989 Supplement-Agriculture Handbook No. 8, Human Nutrition Information Service, USDA

** 1979 Poultry Science 58:131-134

C. FACTORES DE CALIDAD

El tamaño de los huevos puede variar mucho, abarcando una amplia escala de clasificaciones, pero las que se basan en la calidad no dependen del tamaño (Potter 1978).

El método más común de clasificar huevos consiste en sostenerlos y examinarlos delante de una fuente de luz. Esto revela muchos defectos, tales como: cáscaras agrietadas, yemas fertilizadas, manchas de sangre, celdas de aire agrandadas, claras que se hacen más fluidas al envejecer, y yemas que tienden a alejarse del centro al envejecer. El grado de pérdida de frescura se puede ver también en los huevos sin cascarón [Ver Figura No. 2. 3. a y b.]. Los huevos frescos tienen yemas abultadas más bien aplanadas, y una mayor cantidad de clara densa y firme en proporción con la de la clara fluida y delgada. Las clasificaciones de calidad de los huevos frescos tienen mejor sabor, son más nutritivos, más fáciles de separar en clara y yema para fines de fabricación, además que responden mejor en las operaciones de batido y horneado (Potter, 1978).

Existen algunas características de los huevos que no pueden ser observadas hasta que este es abierto. Esto incluye olor, sabor y color de la yema. Como los huevos absorben rápidamente varias clases de olores, es importante que sean manejados todo el tiempo a manera de prevenir el contacto con cualquier material que le pueda causar un desagradable olor o sabor (Card, 1966).

1. Manchas de sangre. También llamadas manchas de corte, ocasionalmente encontradas en la yema del huevo. Contrariamente a la opinión popular, estas pequeñas manchas no indican que el huevo esté fertilizado; más bien, ellas son causadas por la ruptura de un vaso sanguíneo sobre la superficie de la yema durante la fermentación del huevo o por un accidente similar en la pared del oviducto. Menos del 1% de todos los huevos producidos tienen manchas de sangre (American Egg Board, 1995).

Los métodos para determinar la calidad por medio de la luz revelan la mayoría de los huevos con manchas de sangre los cuales son removidos, pero aún con métodos electrónicos es imposible detectarlos todos. Conforme la edad del huevo, la yema toma agua de la albúmina para diluir la mancha de sangre, por eso en la actualidad una mancha de sangre indica que el huevo es fresco. Química y nutricionalmente estos huevos pueden ser consumidos. La mancha puede ser removida con la punta de un cuchillo si se desea (American Egg Board, 1995).

2. Color. El color del cascarón y la yema pueden variar, pero el color no influye en la calidad, sabor, valor nutricional, características de cocimiento o con la consistencia del cascarón (American Egg Board, 1995).

3. Tamaño. Muchos factores influyen en el tamaño del huevo. El factor principal es la edad de la gallina. Entre mayor es la gallina, el huevo aumenta de tamaño. La raza de la gallina es el segundo factor. El peso del ave es otro. Las aves significativamente de bajo peso en su madurez sexual producen huevos pequeños (American Egg Board, 1995).

Los factores ambientales que bajan el peso del huevo son el calor, el estrés, el amontonamiento y una pobre nutrición (American Egg Board, 1995).

Todas estas variables son de gran importancia para un productor de huevos. Un ligero cambio en el peso del huevo influye en la clasificación del tamaño y el tamaño es uno de los factores considerados para su precio (American Egg Board, 1995).

Los tamaños de los huevos son: Jumbo, extra-grande, grande, mediano, pequeño y “peewee”. Los tamaños más comunes son medianos, grandes y extra-grandes (American Egg Board, 1995).

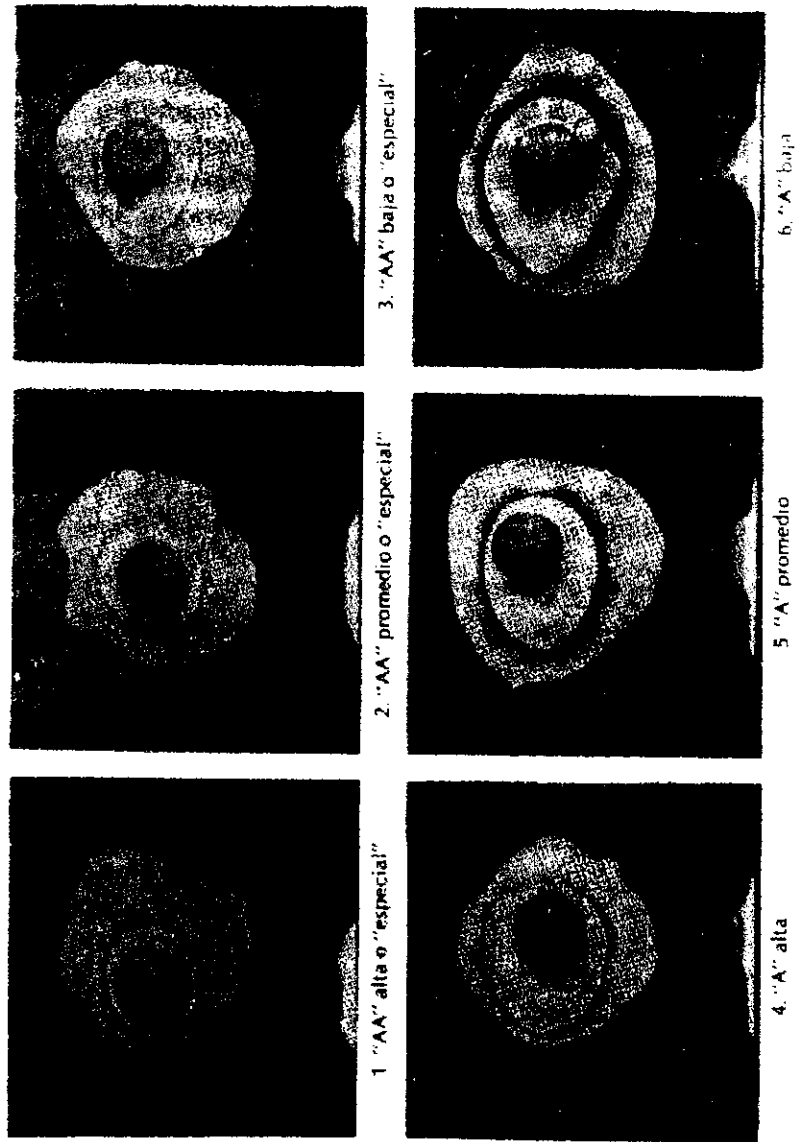
El tamaño es clasificado de acuerdo al peso neto mínimo expresado en onzas por docena (American Egg Board, 1995).

4. Clasificación. La clasificación es determinada por la calidad interior y exterior y designada por la literatura como “A” y “B” (American Egg Board, 1995).

En el proceso de clasificación, los huevos son examinados interna y externamente y son distribuidos de acuerdo a su peso y tamaño. La clasificación y el tamaño no están relacionados entre sí. En orden descendente de calidad, la clasificación es AA, A y B (American Egg Board, 1995).

No existe diferencia en el valor nutricional entre las diferentes clasificaciones. Debido a que los métodos de producción y de mercadeo son muy eficientes, los huevos tienen una rotación rápida desde la avícola a los supermercados y se pueden encontrar muy pocas diferencias en calidad entre las clasificaciones AA y A (American Egg Board, 1995).

Figura No. 2. 3. a. Cambios en la calidad interior de los huevos al envejecer (Charley, 1991).



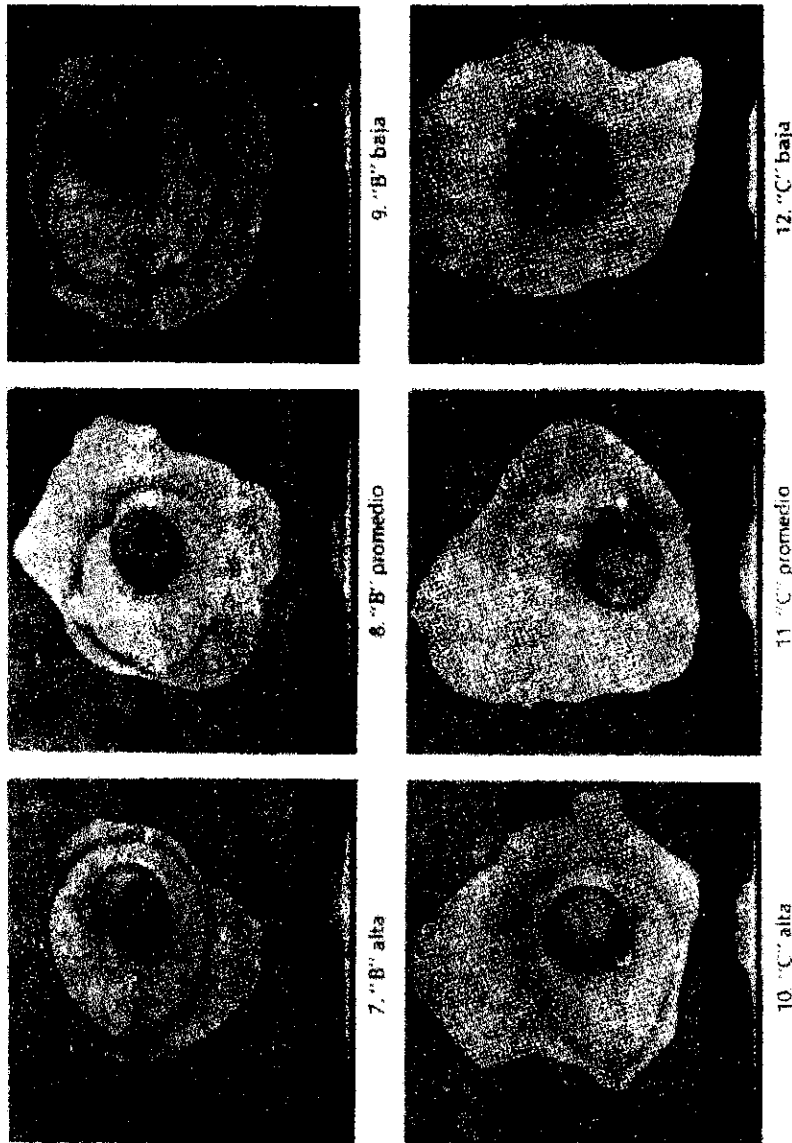


Figura No. 2.3. b. Cambios en la calidad interior de los huevos al envejecer (Charley, 1991).

Clasificación AA: La clasificación AA tiene la yema firme y el área cubierta por la clara es pequeña. Existe una mayor proporción de clara densa que fluida (American Egg Board, 1995).

Clasificación A: En un huevo de clasificación A, la yema es redonda y dura. La clara densa es mayor en proporción a la clara fluida y se mantiene bien alrededor de la yema (American Egg Board, 1995).

Clasificación B: En un huevo de clasificación B, la yema es plana y existe más clara fluida que densa (American Egg Board, 1995).

5. Fecha en los cartones. Los cartones de huevo de plantas inspeccionadas por la USDA (United States Department of Agriculture) deben mostrar la fecha "juliana" o sea la fecha cuando los huevos fueron empacados. Aunque no se requiere, deben llevar la fecha de vencimiento, que indica que después de ésta los huevos no deben ser vendidos. En las plantas inspeccionadas por la USDA, esta fecha no puede excederse de 30 días después de ser empacados. Las plantas que no se encuentran bajo la inspección de la USDA son regidas por las leyes de sus respectivos estados (American Egg Board, 1995).

6. Fecha "juliana". Empezando con 1° de Enero como número 1 y terminando con 31 de diciembre como 365, estos números representan los días consecutivos del año. Este sistema de numeración a veces es usado en los cartones para indicar en qué fecha fueron empacados. Los huevos frescos pueden ser almacenados en los cartones bajo refrigeración por 4 a 5 semanas con una insignificante pérdida de calidad (American Egg Board, 1995).

7. Unidad Haugh. Es una de las medidas más precisas para medir la calidad interior del huevo, es un método desarrollado por R. R. Haugh. Las Unidades Haugh relaciona la altura de la albúmina (clara fluida) de acuerdo al peso del huevo. Un valor alto de la Unidad Haugh significa alta calidad. En la escala de Unidad Haugh, según estándares americanos, la calidad AA posee una Unidad Haugh mayor a 79. La calidad A entre 55 a 78, la calidad B entre 31 a 54 y la calidad C menor de 31 (Benjamin, 1960).

Valores calculados de la Unidad Haugh se muestran en la Tabla No. 2. 4 para huevos de cinco pesos diferentes entre 21 a 27 onzas por docena, y por rango de altura de la albúmina entre 10 a 2. La tabla también incluye valores de Unidad Haugh de 100 a 20, en intervalos de 10 unidades, con su correspondiente medida de la altura de la albúmina para huevos de los cinco pesos indicados (Card, 1966).

TABLA No. 2.4
RELACIÓN ENTRE UNIDADES HAUGH Y LA ALTURA DE LA ALBÚMINA

Unidades Haugh para Huevos del Peso Indicado					
Altura de la albúmina (milímetros)	49.6 gramos (21 onzas por docena)	53.2 gramos (22.5 onzas por docena)	56.7 gramos (24 onzas por docena)	60.2 gramos (25.5 onzas por docena)	63.8 gramos (27 onzas por docena)
10	102	101	100	99	98
9	97	96	95	95	94
8	92	91	90	89	88
7	87	86	84	83	82
6	80	79	78	77	75
5	73	71	70	68	67
4	64	62	60	58	56
3	53	50	48	45	42
2	37	34	30	26	22
Unidades Haugh	Altura de la Albúmina para Huevos del Peso Indicado				
100	9.6	9.8	10.0	10.2	10.3
90	7.6	7.8	7.9	8.1	8.3
80	5.9	6.1	6.5	6.5	6.7
70	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4
60	3.6	3.8	4.0	4.2	4.3
50	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5
40	2.2	2.3	2.5	2.7	2.8
30	1.6	1.8	2.0	2.2	2.3
20	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9

La fórmula original para el cálculo de la Unidad de Haugh es:

$$HU = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G} (30W^{0.37} - 100)}{100} + 1.9 \right]$$

en donde HU = Unidad Haugh

H = Altura de la albúmina en milímetros

G = Constante gravitacional 32.2

W = Peso del huevo en gramos

(Card, 1966).

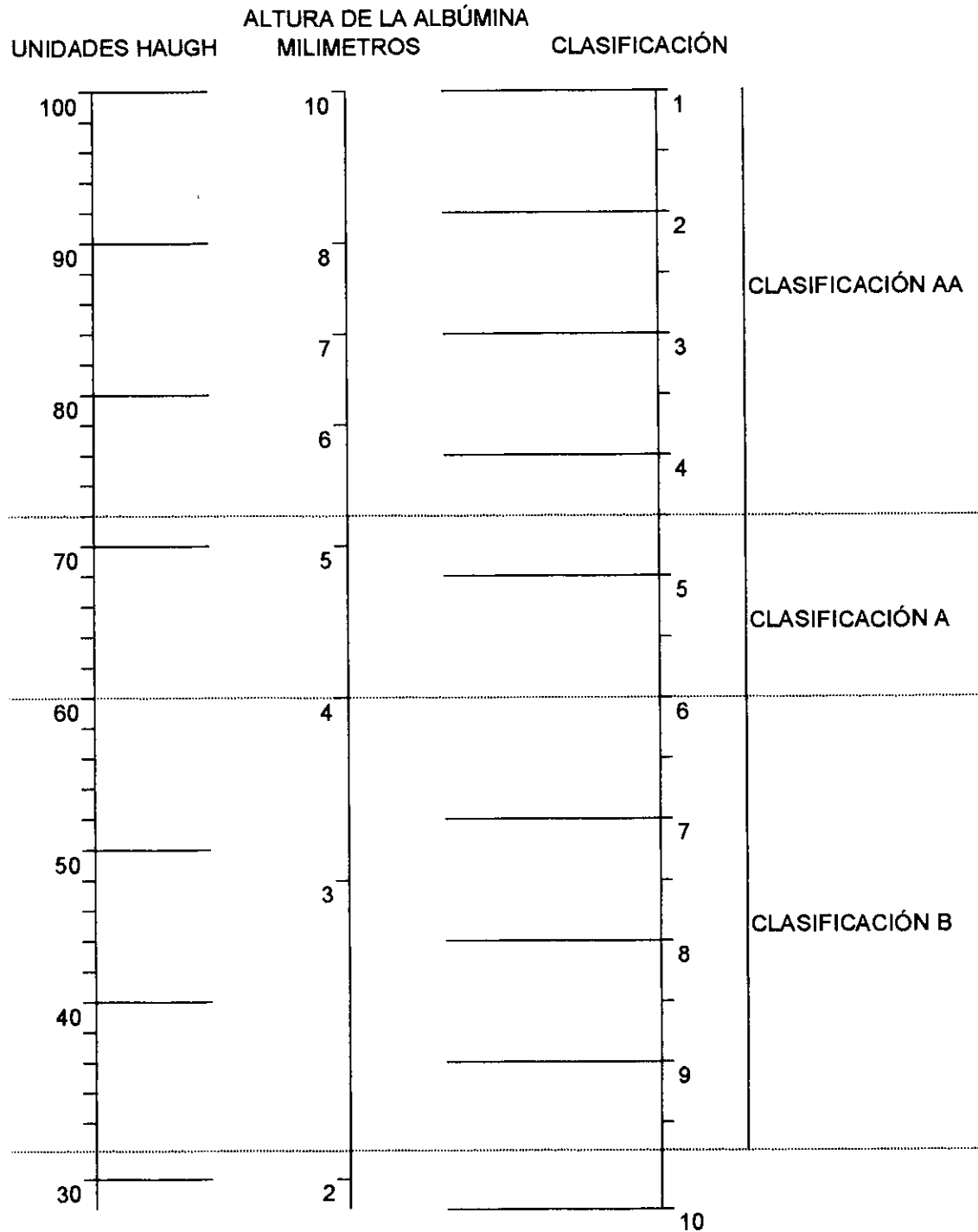
D. HUEVOS FÉRTILES

Son los huevos que pueden ser incubados y desarrollados en pollos. Los huevos fértiles no son más nutritivos que los no fértiles, no se mantienen tan bien como los no fértiles y son más caros de producir. Los huevos fértiles pueden contener una pequeña cantidad de hormonas masculinas, pero no hay alguna ventaja conocida (American Egg Board, 1995).

E. HUEVOS "FREE-RANGE" O HUEVOS DE GRANJA

Son aquellos que se producen por las gallinas que son criadas en el campo o que tienen acceso diario al aire libre. Debido a las condiciones climáticas, actualmente muy pocas gallinas son criadas en el campo. Algunas avícolas son operadas a puertas cerradas y éstas se dice erróneamente que son operadas "free-range". Debido al alto costo de operación y el bajo volumen por granja, los huevos "free-range" son generalmente más caros. El contenido nutricional de los huevos no es afectado si las gallinas son criadas "free-range" o enjauladas (American Egg Board, 1995).

Figura No. 2.4. Relación entre Unidades Haugh y la clasificación dada por la USDA para un huevo de 2 onzas (Card, 1966).



F. HUEVOS ORGÁNICOS

Son los que provienen de las gallinas que son alimentadas con ingredientes que no contienen pesticidas, fungicidas, herbicidas o fertilizantes comerciales. Ninguna gallina obtiene raciones que contengan hormonas. Debido al alto costo de producción y el bajo volumen por granja, los huevos orgánicos son mucho más caros que los de gallinas alimentadas convencionalmente. El contenido nutricional del huevo no se ve afectado si la ración es o no orgánica (American Egg Board, 1995).

G. HUEVOS FRESCOS

Un huevo fresco tiene una alta proporción de clara gruesa que resiste el esparcimiento cuando se rompe el cascarón del huevo. Se dice que la ovomucina contribuye con las propiedades físicas de la clara gruesa, aunque aún se investiga el papel de la lisozima (Charley, 1991).

Un huevo puesto muy reciente, afecta a la frescura del mismo pero esto es sólo uno de muchos factores. La temperatura a la cual son almacenados, la humedad y su manejo, todo juega un papel importante. Estas variables son muy importantes, tanto que un huevo de una semana de edad, almacenado bajo condiciones ideales, puede ser más fresco que un huevo almacenado a temperatura ambiente por un día. Las condiciones ideales son las temperaturas que no se encuentren arriba de 4.4°C (40°F) y una humedad relativa de 70 a 80% (American Egg Board, 1995).

Un manejo adecuado significa una recolecta rápida, lavado y aceitado de los huevos a las pocas horas después de puestos. Muchos huevos producidos comercialmente llegan a los supermercados a los pocos días de dejar las avícolas. Si el supermercado y el consumidor los manejan adecuadamente, estos seguirán estando frescos a la hora de ser consumidos (American Egg Board, 1995).

Aunque su apariencia puede ser afectada, cuando son escalfados o fritos, entre más fresco es el huevo mantiene una mejor forma. Por otra parte, si se cocinó un huevo duro de por lo menos una semana, se puede encontrar que son más fáciles de pelar después del cocimiento y el enfriamiento que los huevos frescos (American Egg Board, 1995).

H. ALMACENAMIENTO DE LOS HUEVOS

Los huevos tienen que almacenarse porque se producen en abundancia durante la primavera. Los huevos frescos destinados a congelar o deshidratarse también pueden almacenarse antes del procesamiento. Se conservan mejor a una temperatura muy poco superior a su punto de congelación. Una temperatura de -1°C en la bodega es ideal; a fin de reducir al mínimo la pérdida de humedad de los huevos, la humedad relativa suele mantenerse hasta el 90%. En el almacenamiento en frío, correctamente regulado, la calidad que corresponde a la categoría A puede conservarse hasta por seis meses. Inmediatamente después de que se les pone y durante el almacenamiento, los huevos pierden dióxido de carbono a través del cascarón poroso, volviéndose así más alcalinos. La pérdida de dióxido de carbono también se asocia con la pérdida de frescura, y la estabilidad en el almacenamiento se prolonga si se les conserva en una atmósfera de dióxido de carbono a fin de disminuir la pérdida de este gas (Potter, 1978).

Algunos cambios que sufre el huevo durante su almacenamiento, desde el punto de vista de mantener la calidad, es importante la pérdida del bióxido de carbono porque permite que la clara de huevo se haga más alcalina. La clara se hace más delgada, por lo que se extiende más cuando el huevo se rompe. La yema se aplana. Para mantener la alta calidad de un huevo fresco debe enfriarse de inmediato, de preferencia hasta 4.4°C (40°F), y mantenerse en un lugar fresco (Charley, 1991).

I. EFECTOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL HUEVO.

1. Efectos de la temperatura. La clara del huevo posee características críticas para la preparación de muchos productos alimenticios como las propiedades de enlace con el agua, excelente capacidad de formar espumas y emulsificar, altos valores nutricionales, y la habilidad de coagular y formar geles al calentarse. Una de las propiedades funcionales de la clara del huevo es la coagulación (Mine et al, 1990).

La calidad del interior del huevo es reconocida como el mayor criterio para los programas de control de calidad. El Valor de la Unidad Haugh (HU), una función basándose en la altura de la albúmina (AH) y el peso del huevo, es la variable más comúnmente usada para la medición de la calidad del interior del huevo (Doyon et al, 1984).

Según Goodrum (1988), un almacenamiento largo o un almacenamiento por debajo de la temperatura ambiente, produce huevos con el rango deseado para el pH de la albúmina.

2. Salmonela. El huevo es uno de los alimentos naturales más nutritivos, económicos y versátiles. Con el cuidado y manejo apropiado, no posee mayor riesgo que cualquier otro alimento perecedero (American Egg Board, 1995).

El interior del huevo ha sido considerado casi estéril, pero recientemente un organismo bacteriano, *Salmonella enteritidis*, ha sido encontrado en algunos huevos (American Egg Board, 1995).

Sólo un pequeño número de huevos tiene la posibilidad de contener *Salmonella enteritidis*. Aún en áreas donde ha habido casos de salmonelosis, algunas pruebas muestran un promedio de que aproximadamente de 2 a 3 de cada 10,000 huevos producidos están infectados (American Egg Board, 1995).

Algunos científicos conservadores libremente estiman que a través de la ciudad sólo 1 de cada 20,000 huevos producidos puede contener la bacteria. La posibilidad de encontrar un huevo infectado es acerca del 0.005% (American Egg Board, 1995).

Si un huevo contiene el microorganismo, los números en huevos frescos serán muy pequeños y si los huevos son refrigerados rápidamente, no se multiplicará lo suficiente como para causar enfermedad en una persona sana (American Egg Board, 1995).

Todos los alimentos animales proteicos - productos lácteos, huevos, carne, pollo y pescado- proveen alimento y humedad para el crecimiento bacteriano. La FDA (Food and Drug Administration) considera a estos alimentos "potencialmente peligrosos". La designación no es causa de alarma. Esto simplemente significa que estos alimentos son perecederos y deben mantenerse en refrigeración, deben tener un manejo sanitario y un adecuado cocimiento. La falta de atención en estos detalles puede hacer de cualquiera un alimento "peligroso" (American Egg Board, 1995).

Salmonelosis: La *Salmonella enteritidis* puede causar enfermedad (salmonelosis) si se ingiere en grandes cantidades. La salmonelosis es común, grandemente porque los organismos son distribuidos ampliamente en la naturaleza. Son encontrados en el tracto intestinal de animales, pájaros, reptiles, peces, insectos y personas. Los organismos pueden ser fácilmente transmitidos del tracto intestinal a las manos y a los alimentos. Los alimentos y las áreas de preparación de los mismos, expuestos a mascotas o insectos pueden ser contaminados (American Egg Board, 1995).

Los síntomas de salmonelosis son dolores abdominales, fiebre, dolores de cabeza, náusea, vómitos y diarrea. Sin embargo, los ataques son usualmente de duración relativamente corta, estos son más serios en niños, mujeres embarazadas, ancianos, enfermos y personas con problemas en el organismo (American Egg Board, 1995).

La mayoría de casos de salmonelosis han sido atribuidos a alimentos diferentes que el huevo -pollo, carne y pescado- a portadores, y a la contaminación cruzada, por medio de personas, utensilios o equipo (American Egg Board, 1995).

De los casos que incluyen al huevo, casi todos han ocurrido en el sector de servicios de comida y ha sido el resultado de una inadecuada refrigeración, cocimiento y manejo. Estos riesgos deben ser eliminados o al menos reducidos grandemente, a través del uso regular de termómetros para revisar las temperaturas de los alimentos y el equipo (American Egg Board, 1995).

Como todas las bacterias, la *Salmonella enteritidis* necesita alimento, humedad, temperatura y tiempo favorables para crecer. Bajo condiciones ideales, su número puede duplicarse cada 20 minutos y un simple organismo puede rápidamente aumentar a más de un millón en 6 horas (American Egg Board, 1995).

La *Salmonella enteritidis* no puede crecer a temperaturas abajo de 4.4°C (40°F). El congelamiento no la destruye pero si puede inhibir algunas células. Las temperaturas entre 4.4°C (40°F) y 60°C (140°F) son conocidas como la zona de peligro, son ideales para un crecimiento rápido. Los alimentos fríos deben ser conservados abajo de 4.4°C (40°F) y los alimentos calientes arriba de 60°C (140°F) (American Egg Board, 1995).

J. MANEJO SEGURO DE ALIMENTOS

Muchas reglas generales para el manejo seguro de alimentos son los mismos que en el servicio de alimentos y en el hogar (American Egg Board, 1995).

En la operación de servicios de alimentos, el grado de riesgos es mayor por el gran número de huevos utilizados y por la gran cantidad de personas que participan en el manejo y la preparación. En la operación de servicios de alimentos, frecuentemente muchos huevos son manejados inapropiadamente (quebrados conjuntamente) y son dejados a temperatura ambiente por tiempo considerable (American Egg Board, 1995).

En algunos casos, unos pocos organismos de sólo un huevo pueden multiplicarse rápidamente a un gran número. Entonces, si los huevos de ese "batch" no son cocinados completamente o son mantenidos a temperaturas inapropiadas por mucho tiempo, la bacteria se multiplica aún más (American Egg Board, 1995).

En el hogar, estos riesgos particulares no son tan grandes. Los huevos son más seguros cuando se preparan apropiadamente platos individuales y se comen inmediatamente (American Egg Board, 1995).

La refrigeración, es el primer paso en el manejo apropiado de los huevos, retarda el crecimiento bacteriano y mantiene la calidad de los huevos (American Egg Board, 1995).

Algunos consejos para el adecuado manejo y almacenamiento de los huevos:

- En las ventas, comprar huevos únicamente de cajas refrigeradas y refrigerarlos en los cartones tan rápido como sea posible después de su compra.
- Los refrigeradores de ahora están destinados a mantener una temperatura de 4.4°C (40°F) o menor, una temperatura satisfactoria para los huevos y otros alimentos perecederos.
- Mantener los huevos enteros, rotos o mezclas de huevos refrigerados antes y después de cocinarlos.
- No dejar huevos de ninguna forma a temperatura ambiente por más de 2 horas incluyendo la preparación y el servicio.
- Después de servidos, rápidamente refrigerar los sobrantes en recipientes adecuados para que se enfríen rápidamente.
- Para días de campo o fiestas, empacar los platos que contengan huevo con hielo o refrigerante comercial en una hielera o bolsas.
- La limpieza de las manos, utensilios y superficie de trabajo es esencial para prevenir la contaminación cruzada.
- Use solamente huevos limpios y enteros. Deseche aquellos sucios o rotos.
- Evitar mezclar la cáscara con el contenido del huevo.
- Antes de ser empacados los huevos deben ser lavados y desinfectados. El proceso debe remover la mayoría de las bacterias patógenas de la superficie del cascarón, pero algunas se mantendrán en los poros del cascarón las cuales pueden infectar otras fuentes.

- Los huevos no deben ser vueltos a lavar antes de su uso. Un separador para huevos puede ser usado para separar las yemas de la clara, así el contenido no entra en contacto con el cascarón. Si un pedazo de cascarón cae dentro del contenido, hay que separarlo con un utensilio limpio. Lavarse bien las manos con jabón y agua caliente antes de comenzar la preparación del alimento.
- Lavarse las manos de nuevo, así como todos los utensilios y equipo que ha estado en contacto con cualquier alimento crudo antes de preparar otros alimentos.
- Utilizar tablas para cortar separadas para alimentos crudos y cocidos. Lavarlas y desinfectarlas rigurosamente después de cada uso.
- Un adecuado cocimiento asegura que los platos elaborados con huevo alcanzan una temperatura lo suficientemente alta para destruir cualquier bacteria que pueda estar presente.
- Para algunos alimentos, la temperatura interna es un factor de seguridad crítico. Un termómetro de lectura rápida, relativamente barato permite medir la temperatura interna del alimento, fácil y rápidamente.
- Los organismos de salmonela no sobreviven si la temperatura es mantenida a 60°C (140°F) por 3 ½ minutos o si alcanzan una temperatura final de 71.5°C (160°F).
- Las temperaturas internas de los productos horneados y huevos duros alcanzan más de los 71.5°C (160°F) al tiempo que son terminados (American Egg Board, 1995).

K. OTROS FACTORES DE SEGURIDAD

1. Yemas y claras crudas. Aunque la clara no ayuda al crecimiento bacteriano, es posible para la salmonela estar ya sea en la clara o la yema del huevo (American Egg Board, 1995).

Para mantener sus características, los platos elaborados con huevo como los suflés fríos, muses, etc., que contengan clara batida requieren refrigeración. Esto es un factor de seguridad agregado y estos platos pueden ser considerados de bajo riesgo para la salud individual. Sin embargo, para mayor seguridad, es mejor cocinar ambas, las yemas y las claras en todas las recetas (American Egg Board, 1995).

2. Ingredientes ácidos. La acidez de un producto es expresado como pH. La salmonela no crece en un medio ácido con un pH menor de 4. Entre más bajo sea el pH, mayor es la acidez del producto (American Egg Board, 1995).

El pH en los huevos y derivados es un importante factor en la retención de la calidad, procesamiento y función (American Egg Board, 1995).

Inicialmente, el huevo contiene cerca de 30 ml de dióxido de carbono disuelto (CO_2), todo en la clara. Este existe primeramente en la forma de carbonato. El pH de la clara del huevo es inicialmente cerca de 8.2 a 8.4, pero a lo largo del envejecimiento del huevo y pérdida de dióxido de carbono a través del cascarón, el pH eventualmente aumenta cerca de 9.4. La clara es uno de los pocos alimentos alcalinos. Dependiendo de la edad del huevo, el pH del huevo entero se encontrará entre 7.0 y 7.6 (American Egg Board, 1995).

La yema no contiene CO_2 y tiene un pH constante de más o menos 6.0 el cual no cambia mucho durante el almacenamiento. Probablemente la pérdida de concentración de CO_2 se debe al aumento del pH durante el cocimiento o la deshidratación (American Egg Board, 1995).

El agente germicida más efectivo en la clara es la lisozima la cual se disuelve en las membranas celulares de algunas bacterias. Entre menor es el pH del huevo, más efectiva es la lisozima, una razón más para evitar la pérdida de dióxido de carbono. El almacenamiento a temperaturas de refrigeración disminuye los cambios de pH y minimiza la pérdida de calidad (American Egg Board, 1995).

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala gran cantidad de productos alimenticios se pierde antes de llegar a ser consumidos, debido a sistemas inadecuados de procesamiento, empaque, conservación, almacenamiento y distribución.

Un ejemplo de este tipo de alimento es el huevo, el cual es un alimento con un alto nivel nutricional por la alta digestibilidad y valor biológico de sus proteínas. La digestibilidad de una proteína es la proporción de nitrógeno alimenticio absorbido por el organismo. La gran digestibilidad (más del 97%) de la proteína del huevo y su riqueza en el contenido de aminoácidos esenciales para el hombre adulto: leucina, isoleucina, treonina, metionina, valina, triptofano, lisina y fenilalanina; ha hecho que se le considere como “proteína patrón” en reemplazo de la que sintetizara la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

La proteína del huevo pasa entonces a tener un valor biológico (proporción de N₂ absorbido que es retenido por el organismo) ideal del 100%. Así cuando se dice que la proteína de un determinado cereal, o de la leche, carne o pescado, tienen determinados valores, no se menciona su porcentaje de efectividad frente a la que se obtendría empleando la del huevo (Sanz, 1994).

Este estudio se basó en que el huevo por ser un alimento perecedero, no es almacenado correctamente desde las avícolas hasta que llega al consumidor, además de ser un alimento que se consume diariamente en nuestro país y que es susceptible a contaminarse con microorganismos altamente patógenos como la salmonella, es importante estudiar los cambios físicos, químicos y microbiológicos que sufre el huevo a lo largo de su almacenamiento a diferentes temperaturas, para así poder determinar sus condiciones óptimas y poder hacer llegar al consumidor un huevo sano, nutritivo y fresco como después de haber sido puesto por la gallina y poder aumentar su vida de anaquel.

Además, a la medida que el huevo va perdiendo su frescura, va perdiendo tanto su calidad como sus mecanismos de protección frente a los microorganismos, ya que se producen cambios dentro del mismo que hace que la albúmina del huevo sea más alcalina, disminuya el dióxido de carbono y se vuelva más susceptible al ingreso de microorganismos por los poros del cascarón.

El presente estudio pretende ayudar a que tanto las personas del sector avícola como las que lo consumen, tomen en cuenta el tiempo y la temperatura de almacenamiento para aumentar la calidad del huevo y por ende proteger la salud del consumidor.

IV. OBJETIVOS

Objetivos Generales

1. Determinar si la calidad del huevo disminuye con la temperatura ambiente de almacenamiento.
2. Apoyar a la Industria Avícola Guatemalteca en la comercialización y mejora de sus productos.

Objetivos Específicos

1. Medir el pH de la albúmina durante un período de tiempo y una temperatura determinada.
2. Medir la viscosidad y la densidad de la albúmina durante un período de tiempo y una temperatura determinada.
3. Medir el aplanamiento de la yema durante un período de tiempo y una temperatura determinada.
4. Determinar la composición proximal del huevo.
5. Realizar un análisis microbiológico, en el se determinará la presencia de Pseudomonas, E. coli y en especial Salmonella.

V. HIPÓTESIS

La calidad del huevo disminuye con la temperatura ambiente de almacenamiento.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Los huevos fueron almacenados en dos condiciones de temperatura y humedad: a) En refrigeración a una temperatura de más o menos 7°C (44.6°F) y 60% Humedad Relativa, y b) A temperatura ambiente 23°C (73.4°F) aproximadamente y una Humedad Relativa de 70%.

Las pruebas se almacenaron durante un mes, dentro del cual se analizaron física, química y microbiológicamente.

Los huevos con rajaduras, deformes, con el cascarón quebrado, y aquellos que se encontraron manchados con excremento de gallina, no fueron tomados en el estudio. Los huevos fueron almacenados en los cartones en donde se distribuyen y a las condiciones mencionadas anteriormente.

ANÁLISIS FÍSICO

El análisis físico se realizó a los 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días de almacenados. Siendo los siguientes:

- Medición del pH, para lo cual se hizo uso de un pHmetro (potenciómetro).
- La extensión de la clara, se determinó por medio de su viscosidad tanto como su densidad, se utilizó un viscosímetro y un densímetro respectivamente.
- El aplanamiento de la yema, se utilizó un vernier.
- Medición del peso de los huevos, en balanza analítica.

Materiales y Equipo

El equipo necesario para la realización fue:

- Viscosímetro.
- pHmetro digital.
- Beakers de 250 ml, Pyrex, 0.05ml.

- Erlenmeyers de 250 ml, Pyrex.
- Varilla de vidrio.
- Probetas de 100 ml.
- Vernier.

ANÁLISIS QUÍMICO

Este consistió en un análisis proximal del huevo entero al principio del estudio.

Análisis Proximal: Se determinaron los porcentajes de humedad, proteínas, grasa, cenizas, y fibra cruda. Esta última no se determinó ya que en las tablas encontradas, no se realizó dicha medición.

A. Humedad.

1. Colocar una cápsula de níquel al horno por 15 minutos por 100°C (212°F) debidamente rotulada.
2. Sacar la cápsula y dejar que se enfríe en la desecadora por 30 minutos.
3. Pesar la cápsula con tapadera y apuntar el peso, tarar y pesar 2 gramos de muestra.
4. Dejar secando la muestra en el horno durante la noche a 100°C (212°F).
5. Al día siguiente, sacar la cápsula del horno y dejar enfriar en la desecadora por 15 minutos, pesar de nuevo y anotar el peso.
6. % Humedad = $(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / \text{Peso muestra} \times 100$

B. Proteínas.

1. Pesar 2.4 g de catalizador (Sulfato cúprico), envolverlo y colocarlo dentro de un balón de Kjendahl.
2. Pesar 0.2 g de muestra, envolverlo y colocarlo dentro del mismo balón de Kjendahl donde se colocó el reactivo de Sulfato cúprico.
3. Agregar 5 ml de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).
4. Colocar el balón en el destilador dentro de la campana para quemar la materia orgánica a una temperatura de 7, lo que se va a quemar es: CO₂, NH₃ y NHO.

El reactivo de Sulfato cúprico actúa como catalizador para que la reacción sea más rápida. Dejar quemar de 40 a 60 minutos o hasta que la reacción se torne cristalina.

5. Apagar la fuente de calor y dejar enfriar el balón.
6. Agregar 50 ml de agua destilada y 3 perlas de ebullición.
7. En un Erlenmeyer de 125 ml agregar: 10 ml de ácido sulfúrico 0.1N, 1 o 2 gotas de anaranjado de metilo y colocarlo para recibir el destilado.
8. Al balón Kjendahl (muestra) agregar la siguiente mezcla: 5 ml de tiosulfato de sodio al 8% ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ al 8%), y 16 ml de NaOH al 50%. (NOTA: Agregar esta mezcla a la muestra muy despacio y ponerlo inmediatamente a destilar a una temperatura de 6.)
9. Permitir que se reciban 50 ml de destilado. Observar mientras se destila si hay cambio en el color. Si vira de color rojo a amarillo, entonces agregar otros 10 ml de H_2SO_4 0.1N y calcular que siempre el volumen total sea de 50 ml.
10. Titular el destilado con NaOH 0.1N hasta que vire a amarillo.
11. % Proteínas =
$$\frac{10 \text{ ml } \text{H}_2\text{SO}_4 \times 0.1 - \text{ml NaOH utilizados} \times 0.1 \times 6.25 \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

C. Grasa.

1. Pesar de 20 a 30 g de muestra.
2. Colocarlo en un Erlenmeyer de tapón esmerilado y agregar suficiente éter hasta cubrir la muestra.
3. Dejar una noche en la refrigeradora, y al siguiente día colocar un beaker en el horno a 100°C (212°F) por 15 minutos, sacarlo y colocarlo en la desecadora por 30 minutos y pesarlo (P1).
4. Filtrar la muestra (utilizando papel Whatman No. 4), en el beaker tarado.
5. Evaporar, el éter utilizando baño de maría y una corriente de nitrógeno.
6. Colocar el beaker en el horno por 15 minutos y colocarlo en la desecadora por 30 minutos y pesar (P2).
7. % Grasa = $(\text{P2} - \text{P1}) / \text{Peso de la muestra} \times 100$

D. Cenizas.

1. Secar en el horno a 100°C (212°F) un crisol de más o menos 100 ml por 30 minutos.
2. Dejar enfriar en la desecadora por 30 minutos.
3. Tarar el crisol con tapadera, anotar el peso y pesar dentro del mismo 3 gramos de muestra.
4. Calentar en la mufla a 600°C durante la noche.
5. Apagar la mufla y abriendo la misma poco a poco cada 30 minutos por más o menos una hora y media.
6. Sacar la muestra y colocarla en la desecadora para que se termine de enfriar por 30 minutos.
7. Pesar de nuevo.
8. % Cenizas = $(\text{Peso seco} - \text{Peso crisol}) / \text{Peso de la muestra} \times 100$

Materiales y Equipo

Para la realización del análisis químico se necesitaron los siguientes reactivos y equipo:

- Cápsula de níquel.
- Desecadora.
- Horno.
- Sulfato Cúprico (catalizador).
- Balones de Kjendahl.
- Acido Sulfúrico concentrado.
- Perlas de ebullición.
- Erlenmeyers de 125 ml.
- Acido Sulfúrico 0.1 N
- Naranja de Metilo
- Tiosulfato de sodio al 8%.
- Hidróxido de Sodio al 50%.
- Hidróxido de Sodio 0.1 N.

- Erlenmeyer con tapón esmerilado.
- Eter de petróleo.
- Papel filtro Whatman No. 4.
- Beakers de 100 ml.
- Crisol con tapadera.
- Mufla.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Este consistió en realizar una determinación de las siguientes bacterias: Pseudomonas, E. coli y Salmonella enteritidis; esta determinación se realizó al inicio, a la mitad y al final del estudio.

Procedimiento (Según Trent, 1998)

1. Lavar el cascarón con alcohol al 70% para la desinfección del mismo. Luego quebrar el huevo sobre una caja petri.
2. Perforar la yema con un hisopo esterilizado y con el mismo tomar muestra por debajo de la membrana vitelina.
3. Inocular en Agar Sangre y luego en MacConkey. El hisopo colocarlo en un tubo con caldo TSB (Tripticasa de Soya).
4. Las placas de Agar Sangre y MacConkey con un asa flameada se esparcen en el medio. Y Luego incubar por 24 horas a 37°C.
5. Sembrar las colonias sospechosas en placas diferenciales, como en el Agar SS (Agar Salmonella Shigella) que es para la determinación de Salmonella. Incubar por 24 horas a 37°C.

Materiales y Equipo

Para la realización del análisis microbiológico se necesitó:

- Cajas Petri.
- Alcohol.
- Hisopos Estériles.

- Agar Sangre (sangre de carnero al 10%).
- Agar MacConkey.
- Caldo de Tripticasa de Soya (TSB)
- Agar Salmonella Shigella (SS)
- Autoclave.
- Frascos para los caldos.
- Asas.
- Mechero

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

Unidad Experimental

El factor que se encontraba bajo estudio es el huevo, y sus variaciones físicas, químicas y microbiológicas con respecto a la temperatura ambiente de almacenamiento. Para esto se determinó el pH, viscosidad y densidad de la clara (albúmina), aplanamiento de la yema; como los factores físicos. Entre los factores químicos: un análisis proximal del huevo. Y por último los cambios microbiológicos.

Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra fue de aproximadamente 240 huevos, distribuido de la siguiente manera: 18 huevos para el análisis proximal, 150 huevos para el análisis microbiológico y 70 huevos para el análisis físico. Los restantes fueron para cubrir pequeños accidentes.

Análisis Estadístico

Se usó la Prueba de "T" de student para comparar las varianzas entre las diferentes temperaturas de almacenamiento. Así como para comparar si había diferencia significativa entre los huevos de piso y jaula.

VIII. RESULTADOS

TABLA No. 8.5
ANÁLISIS PROXIMAL DEL HUEVO

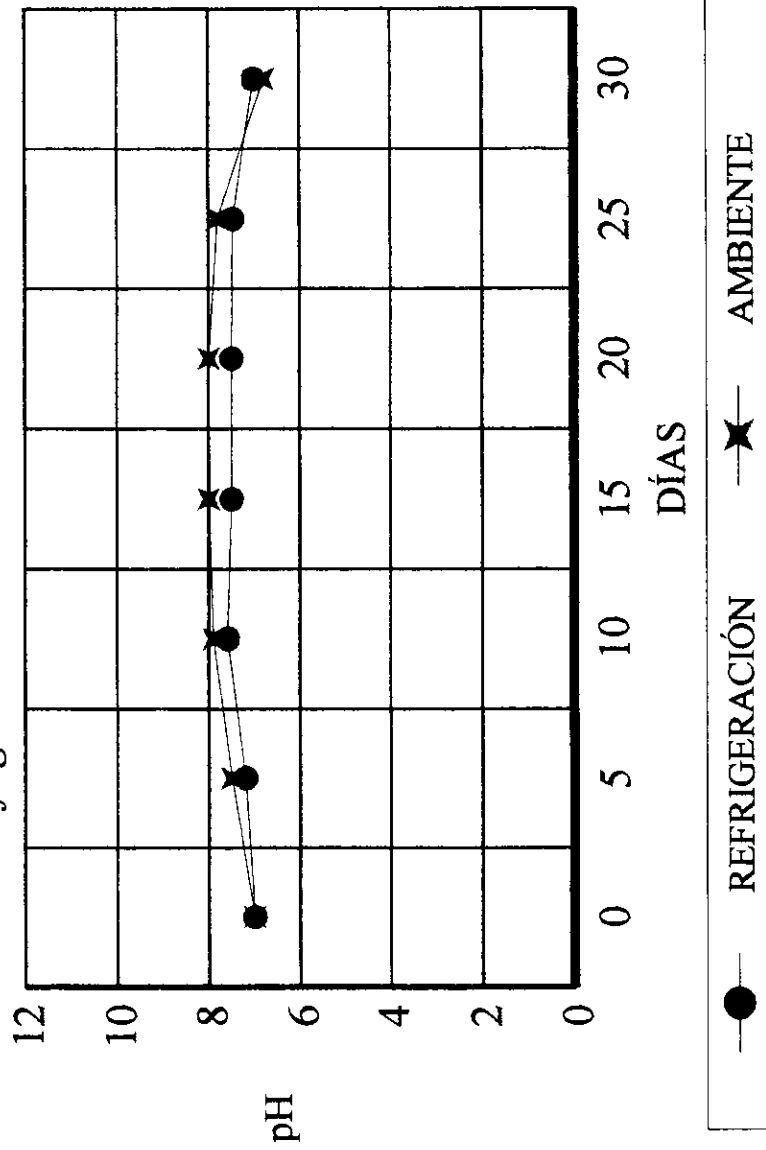
	Cáscara	Clara	Yema
Proteínas	6.00%	11.00%	15.20%
Humedad	4.80%	86.40%	50.30%
Cenizas	79.20%	0.73%	1.80%
% Grasa	No Detectado	No Detectado	24.50%

Este análisis fue realizado por Ilse Yon, al inicio del estudio.

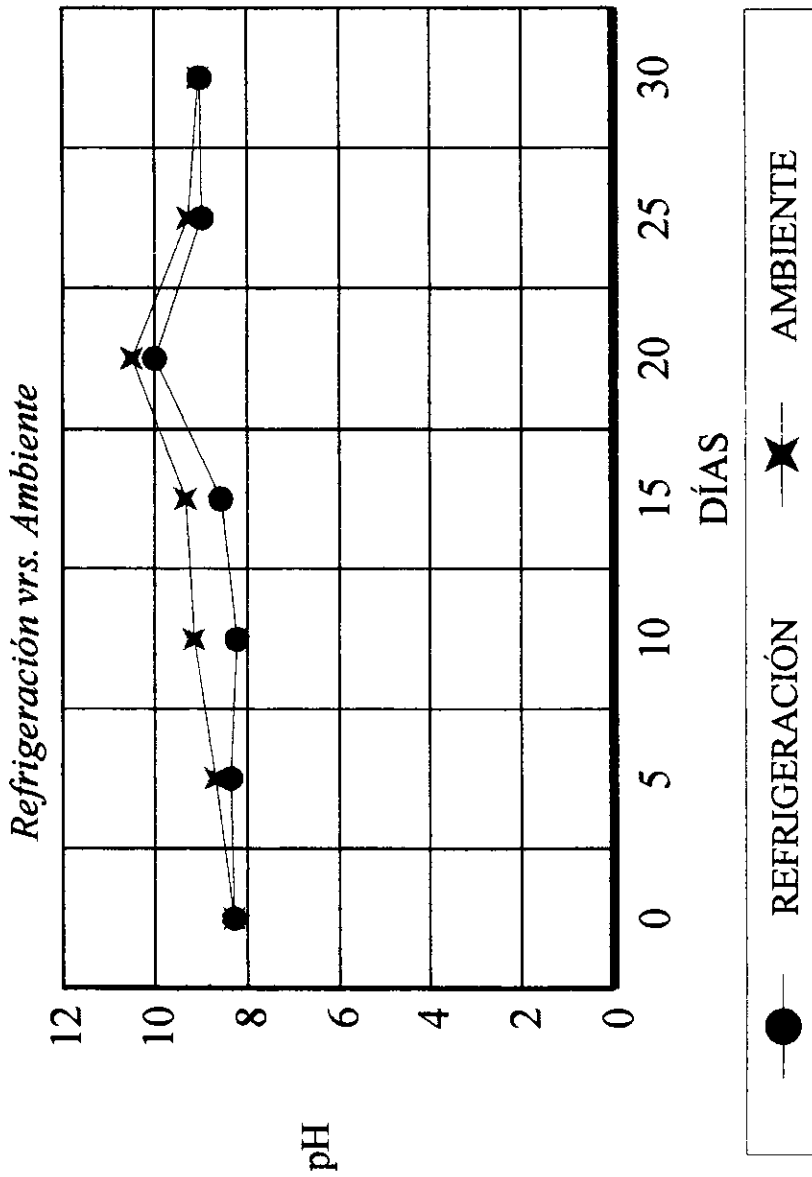
Gráfico No. 8. 1

COMPORTAMIENTO DEL pH EN EL HUEVO ENTERO

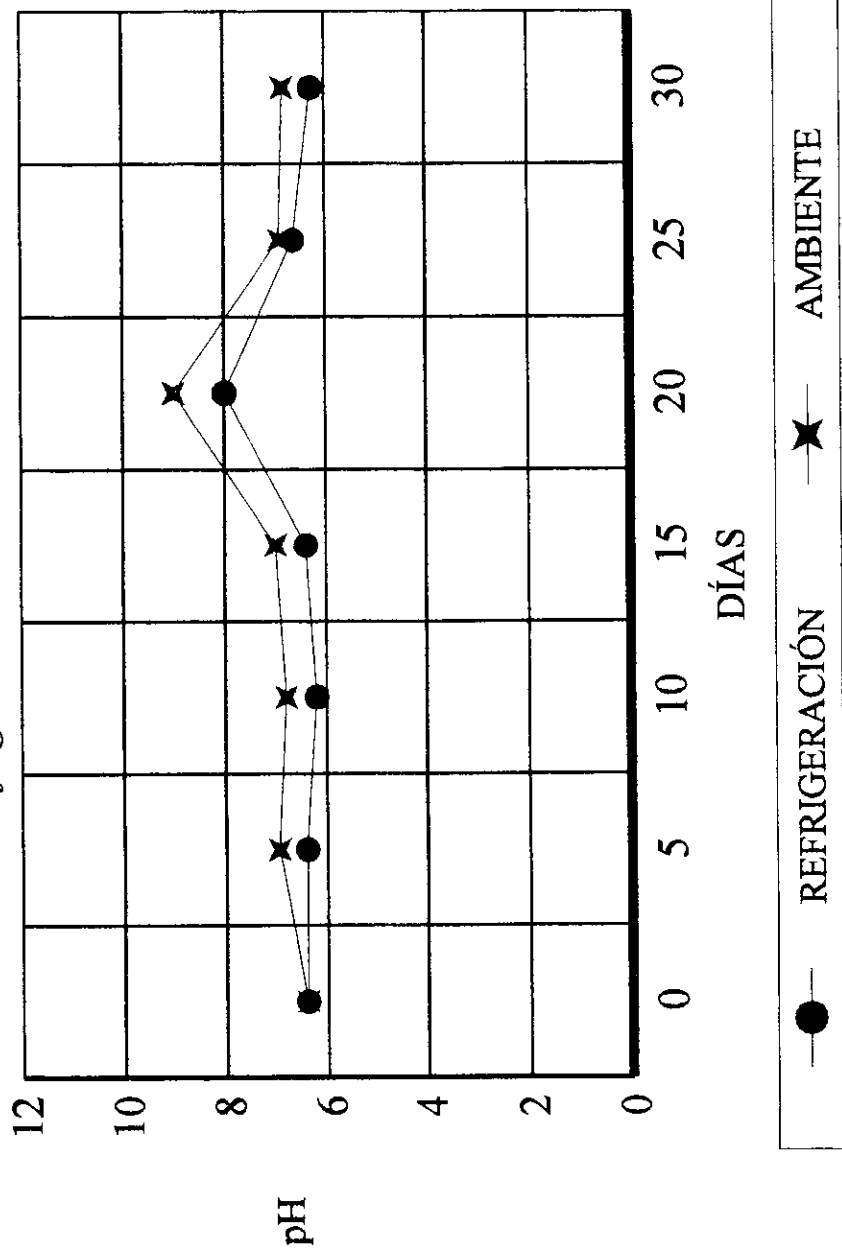
Refrigeración vrs. Ambiente



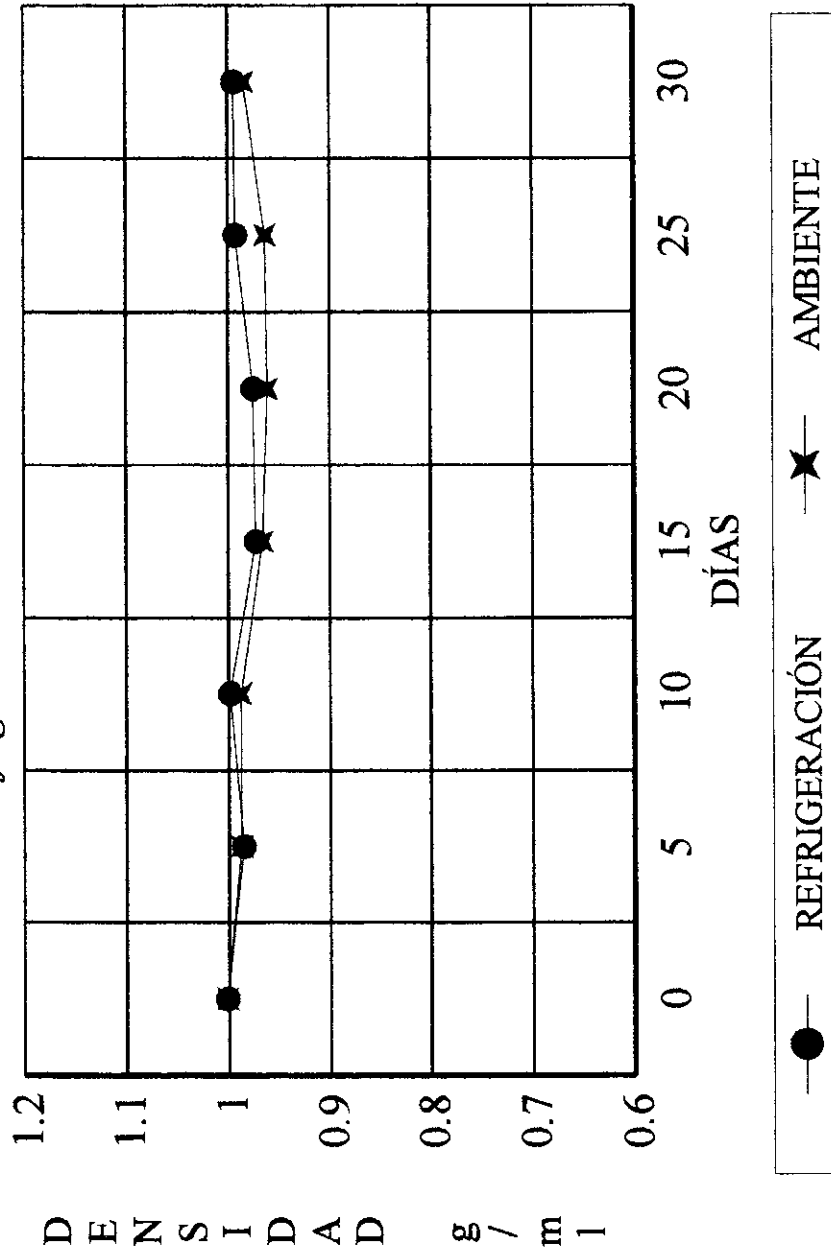
Gráfica No. 8. 2
COMPORTAMIENTO DEL pH EN LA CLARA DEL HUEVO
Refrigeración vs. Ambiente



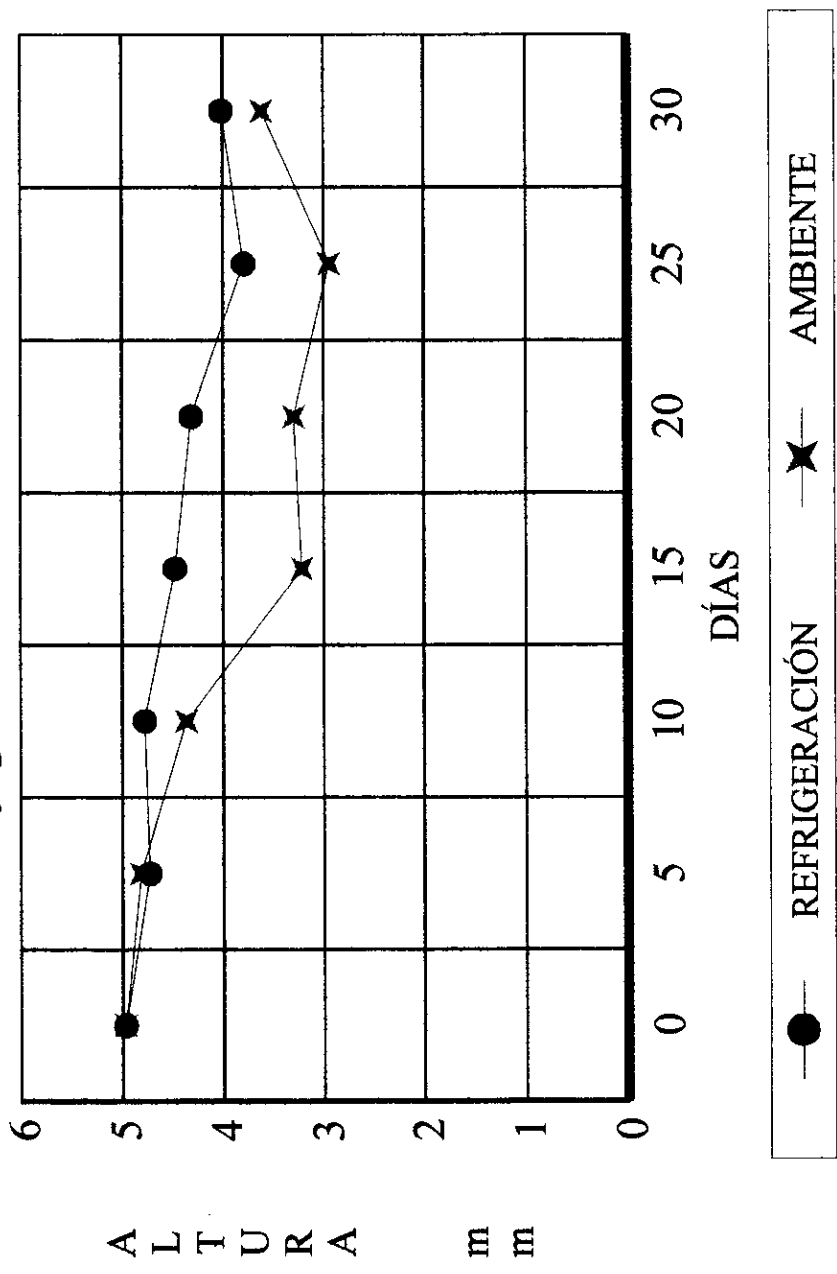
Gráfica No. 8. 3
COMPORTAMIENTO DEL pH EN LA YEMA DEL HUEVO
Refrigeración vrs. Ambiente



Gráfica No. 8. 4
COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE LA CLARA
Refrigeración vs. Ambiente

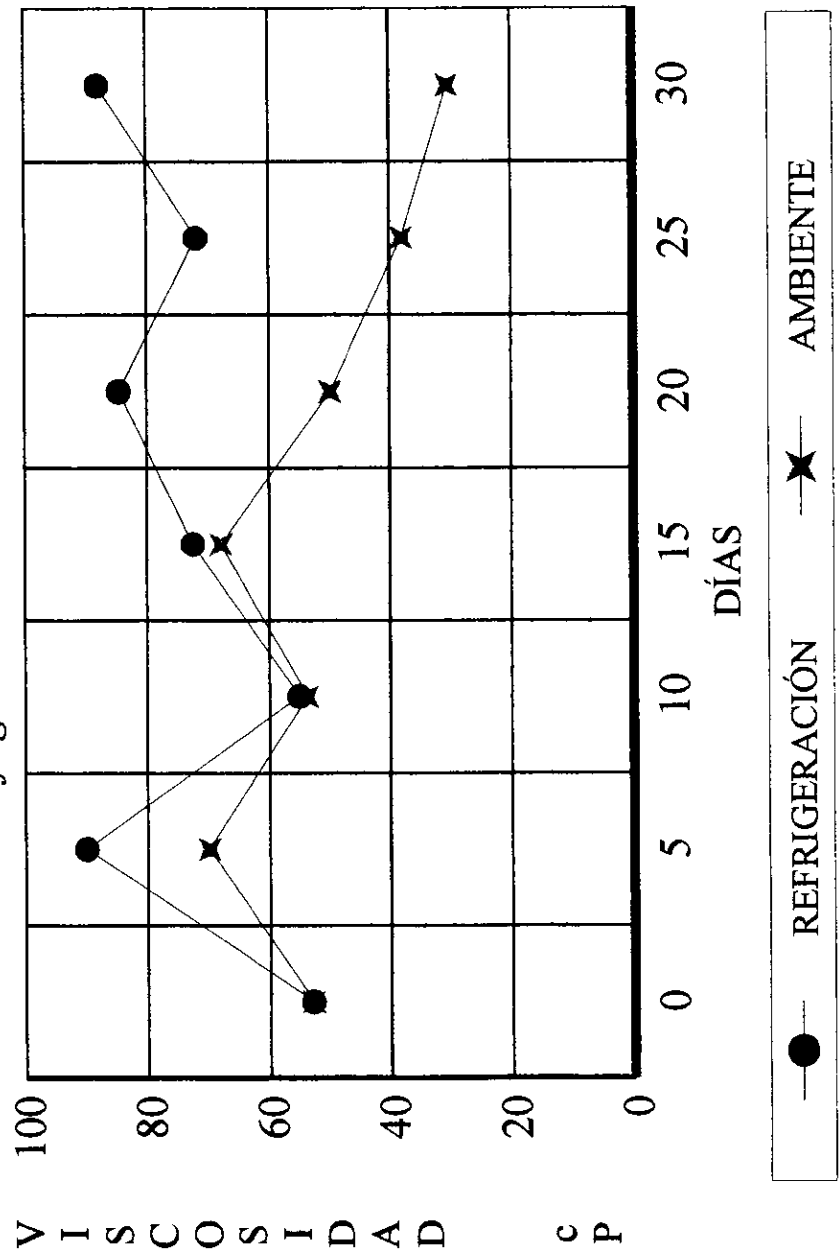


Gráfica No. 8. 5
COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA CLARA
Refrigeración vrs. Ambiente



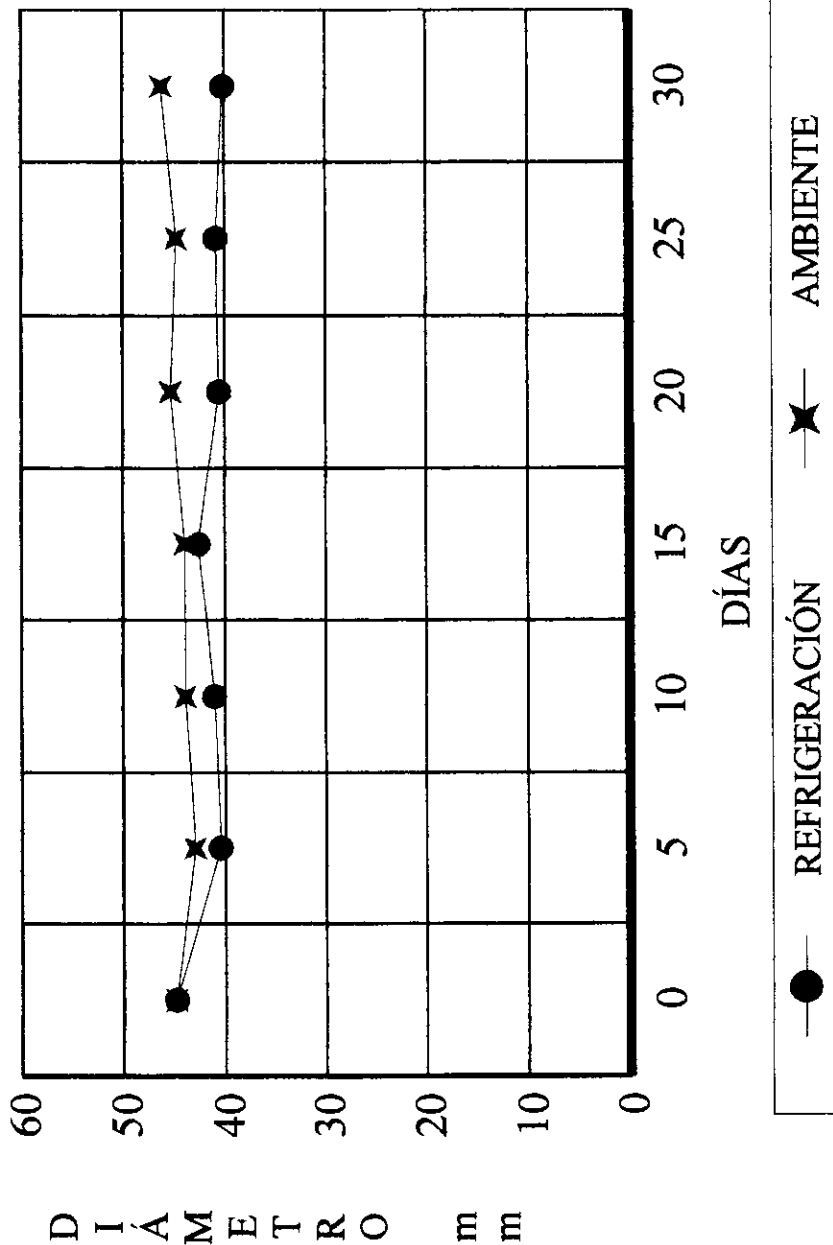
A L T U R A m m

Gráfica No. 8. 6
Refrigeración vs. Ambiente
COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD DE LA CLARA



V I S C O S I D A D C P

Gráfico No. 8.7
COMPORTAMIENTO DEL DIÁMETRO DE LA YEMA
Refrigeración vrs. Ambiente

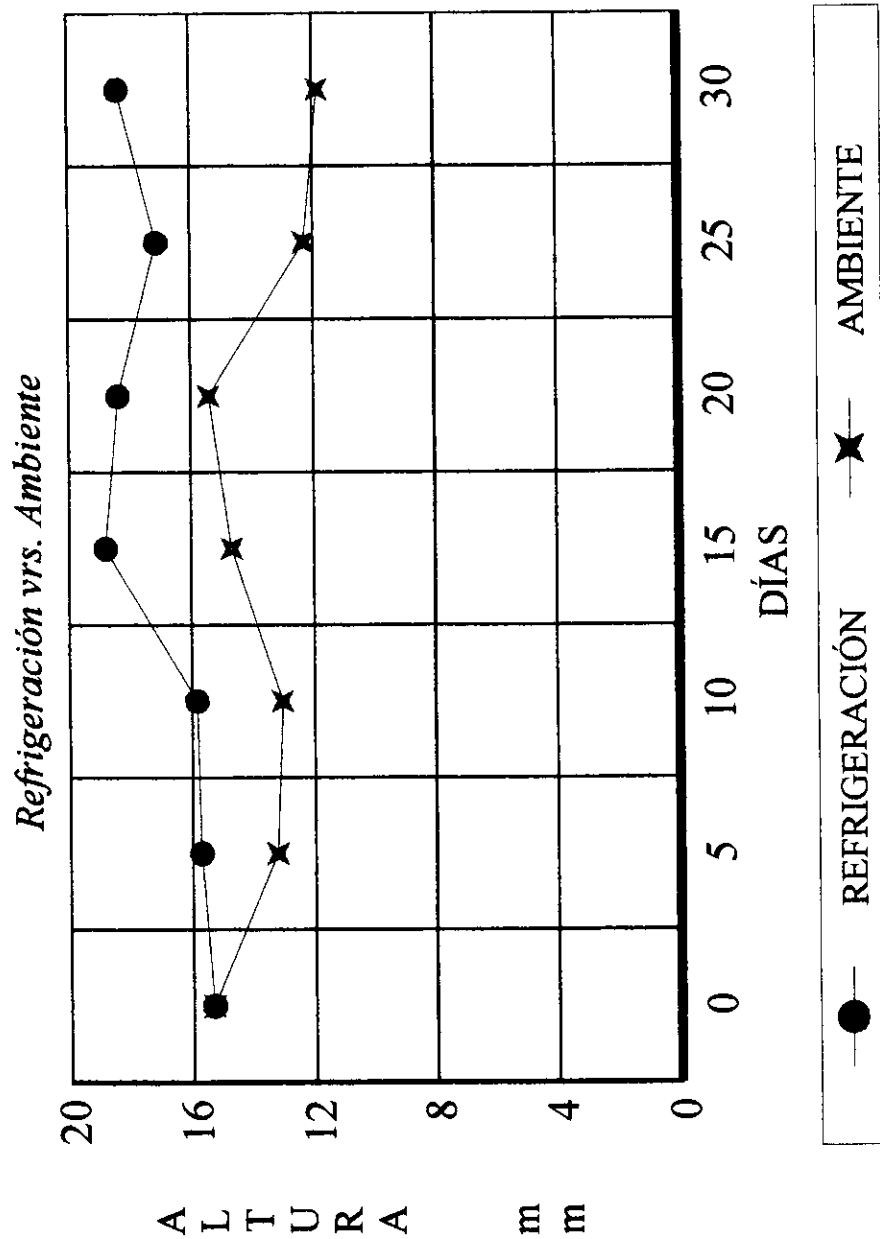


DIÁMETRO mm

DÍAS

● REFRIGERACIÓN * AMBIENTE

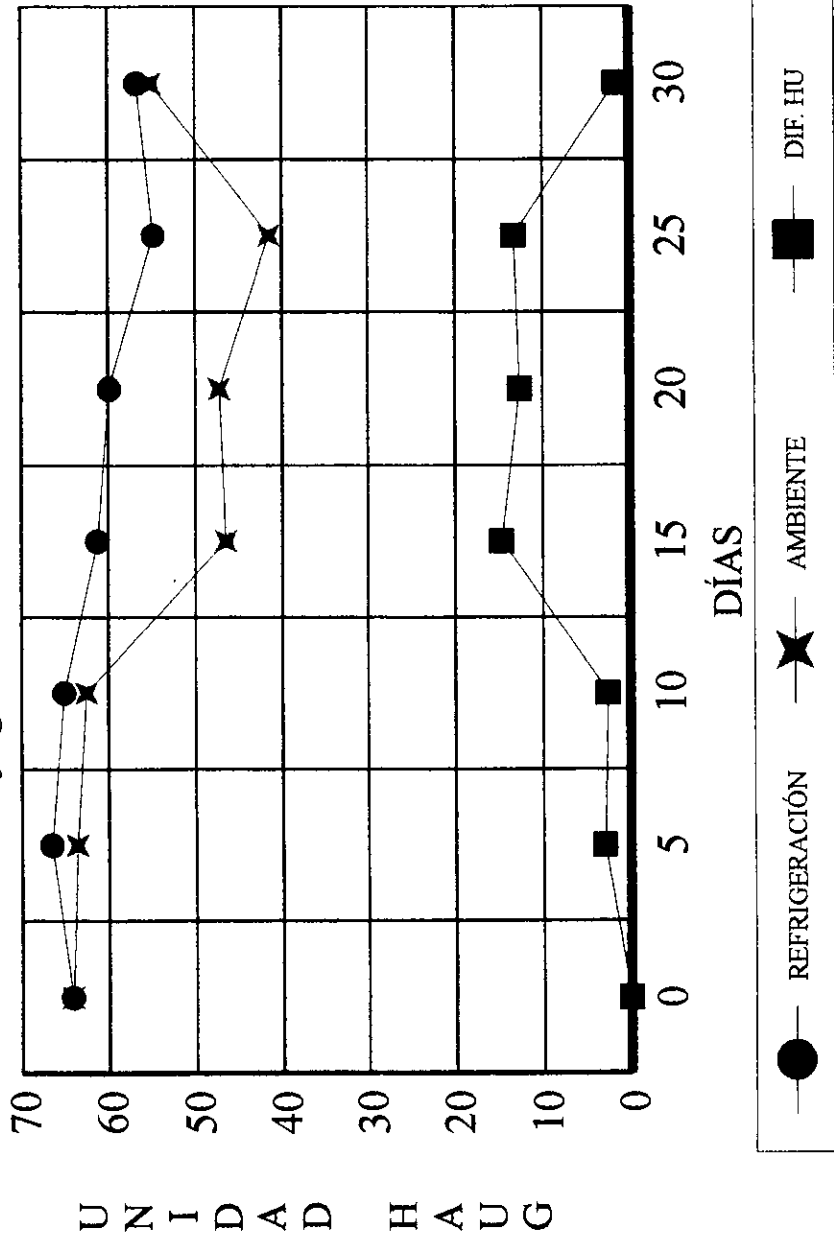
Gráfica No. 8. 8
COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA YEMA
Refrigeración vs. Ambiente



A L T U R A m m

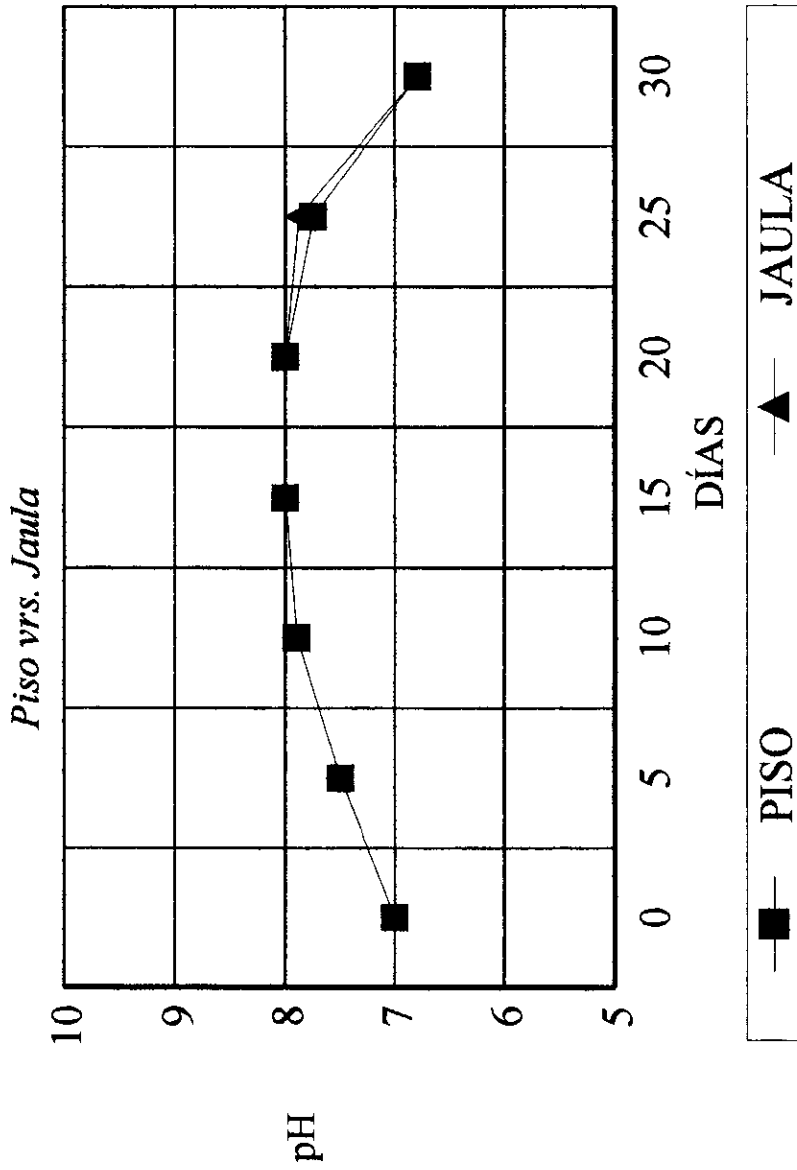
● — REFRIGERACIÓN * — AMBIENTE

Gráfica No. 8. 9
COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD HAUGH
Refrigeración vrs. Ambiente

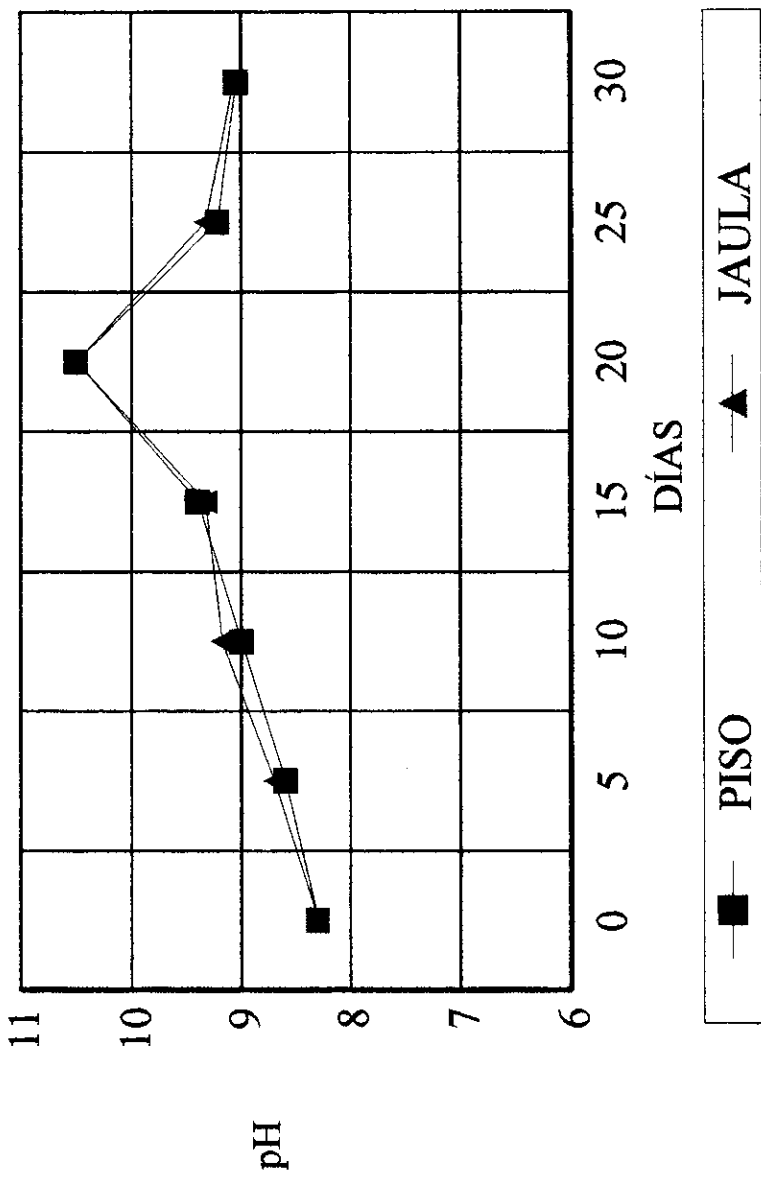


U N I D A D H A U G H

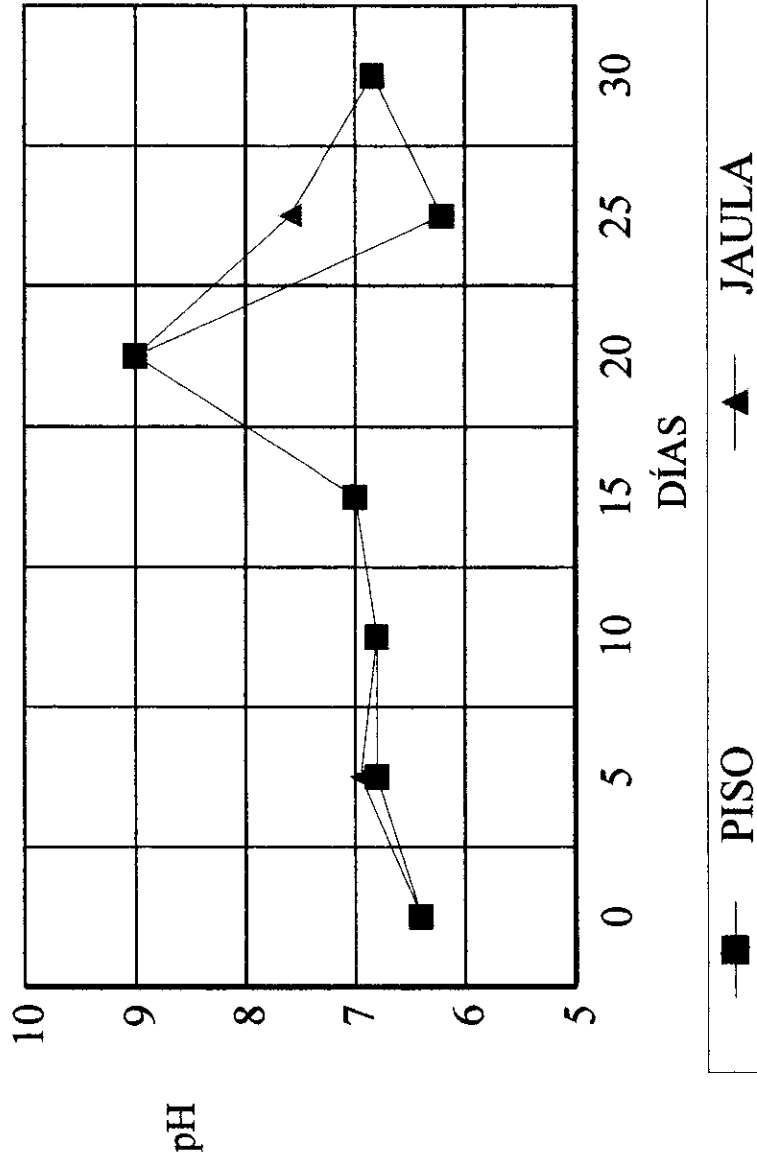
Gráfica No. 8. 10
pH DEL HUEVO ENTERO A TEMPERATURA AMBIENTE
Piso vs. Jaula



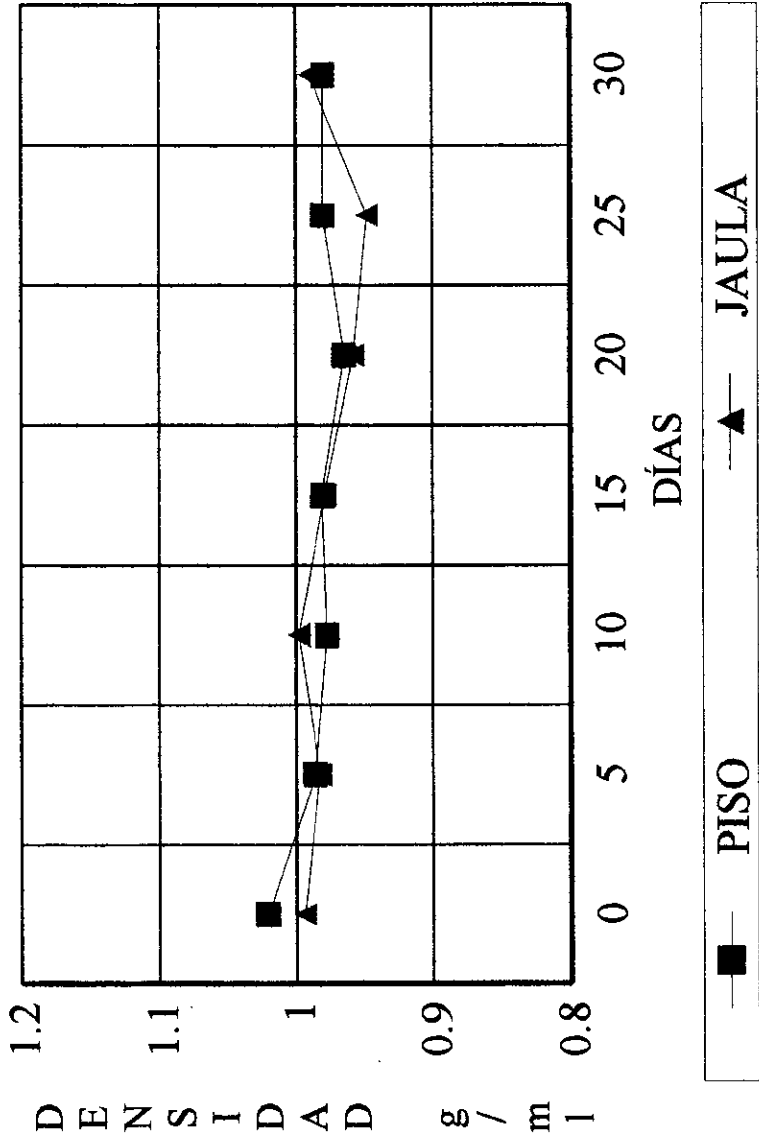
Gráfica No. 8. 11
Piso vrs. Jaula
pH DE LA CLARA DEL HUEVO A TEMPERATURA AMBIENTE



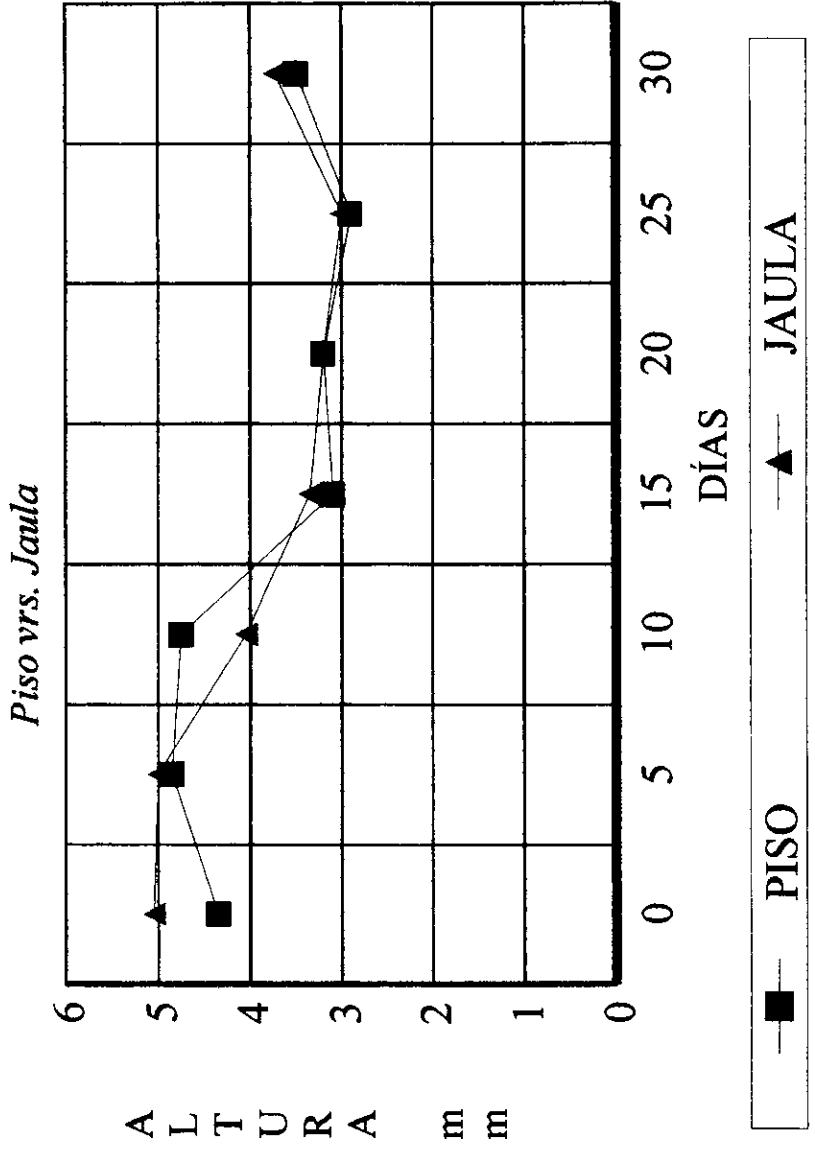
Gráfica No. 8. 12
pH DE LA YEMA DEL HUEVO A TEMPERATURA AMBIENTE
Piso vrs. Jaula



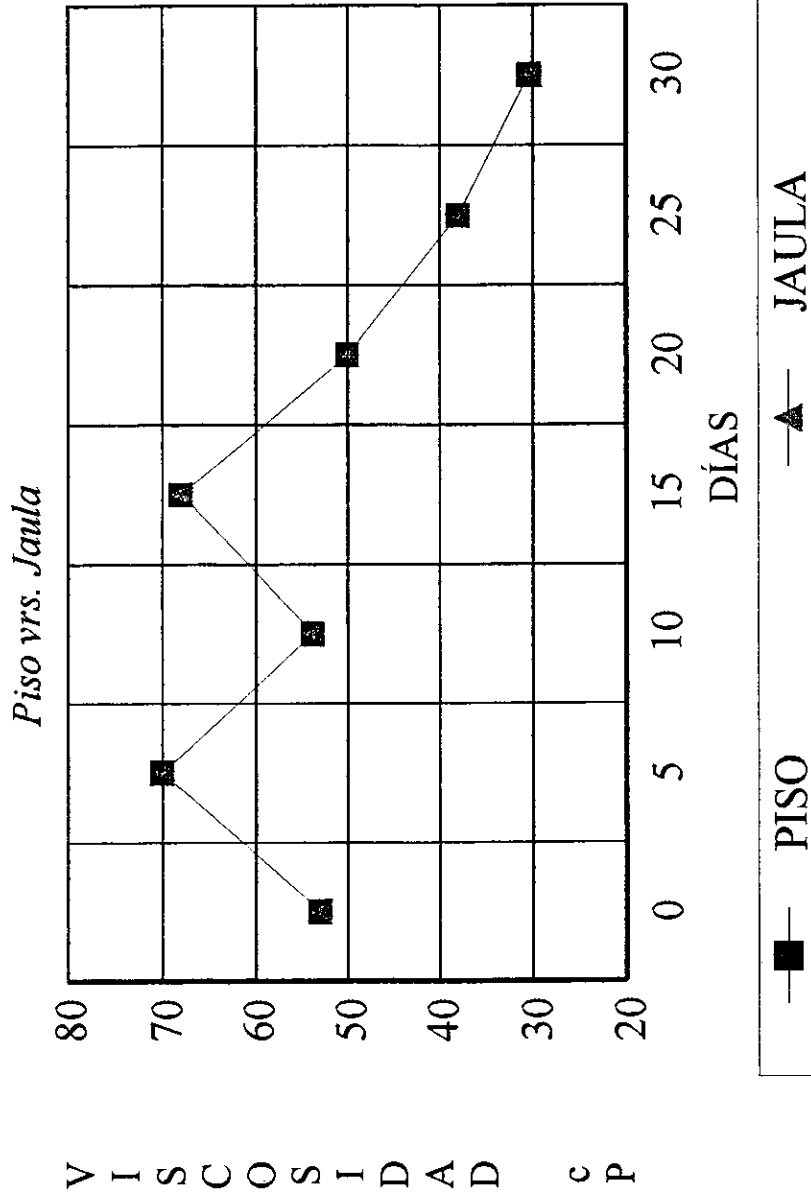
Gráfica No. 8. 13
DENSIDAD LA CLARA A TEMPERATURA AMBIENTE
Piso vrs. Jaula



Gráfica No. 8. 14
ALTURA DE LA CLARA A TEMPERATURA AMBIENTE
Piso vrs. Jaula

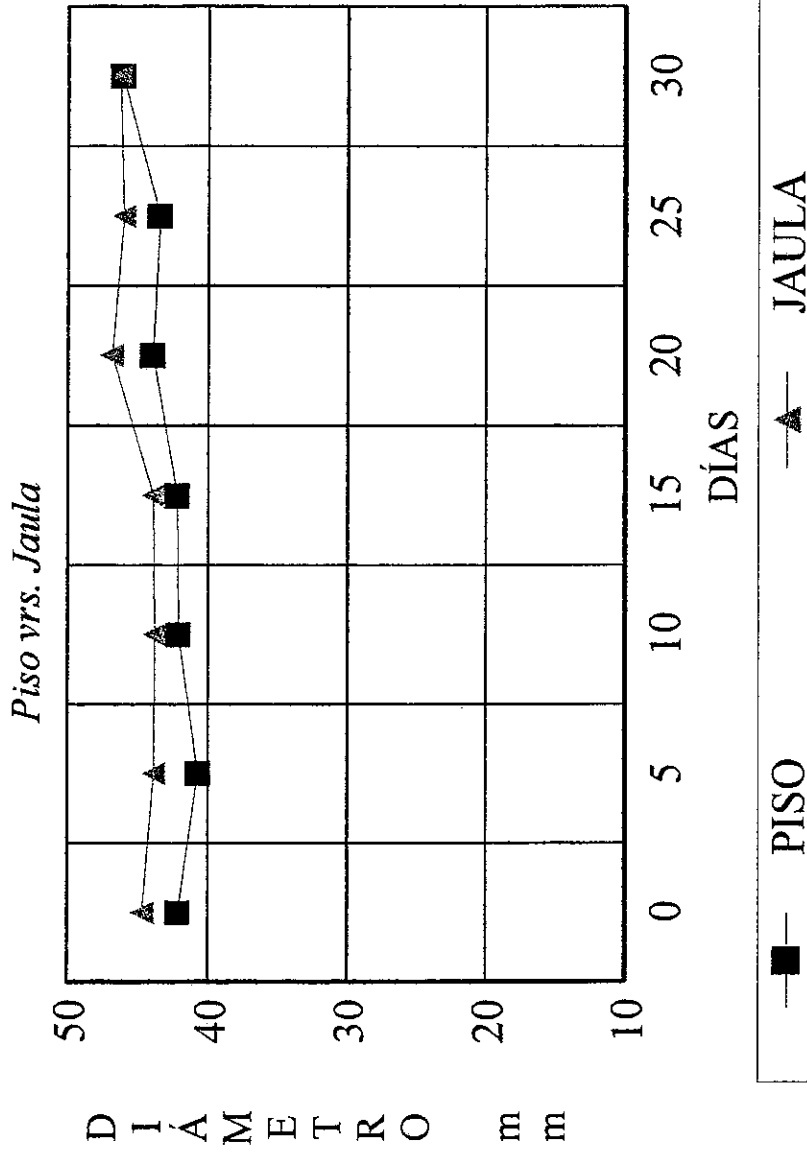


Gráfica No. 8. 15
VISCOSIDAD DE LA CLARA A TEMPERATURA AMBIENTE

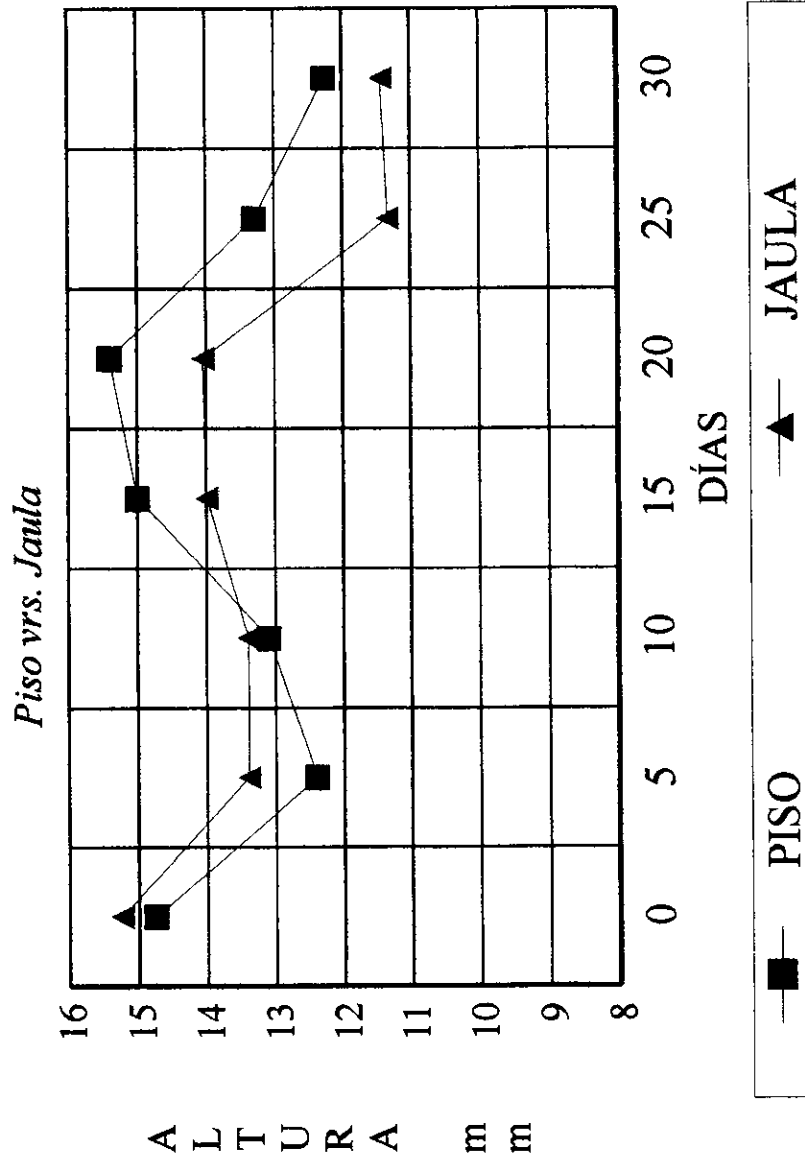


V I S C O S I D A D c P

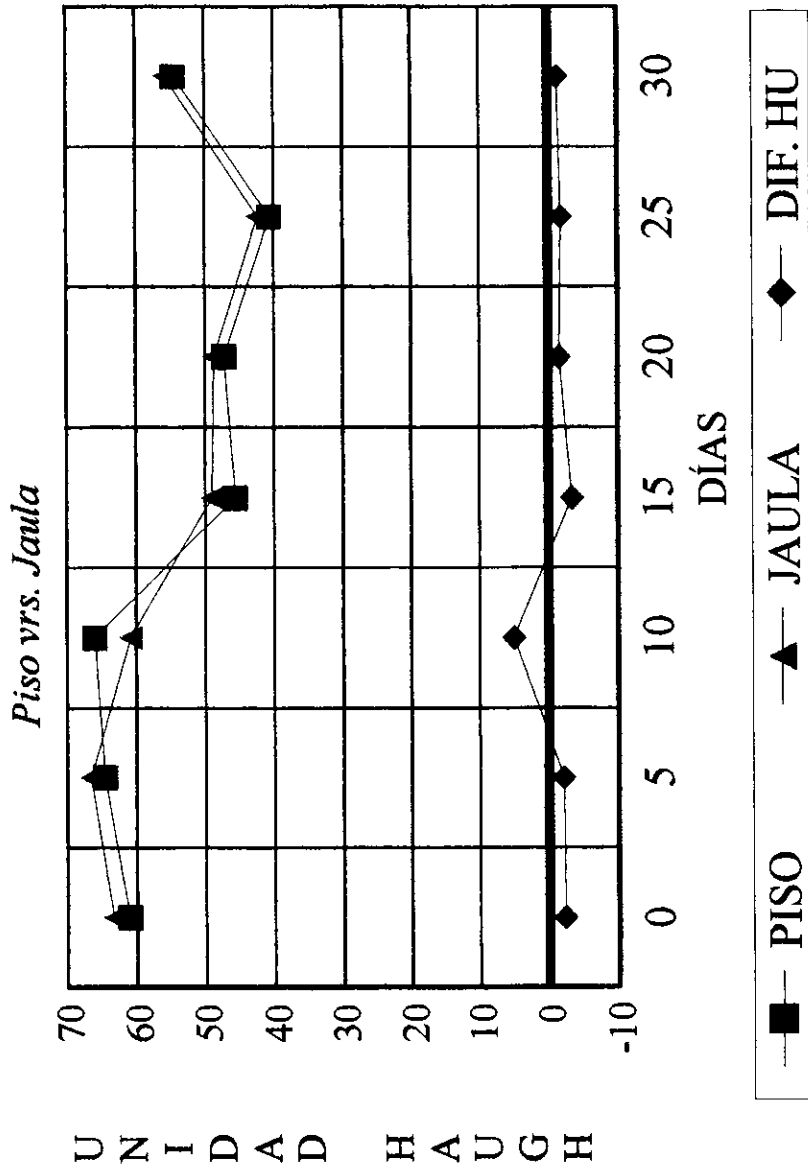
Gráfica No. 8. 16
DIÁMETRO DE LA YEMA A TEMPERATURA AMBIENTE



Gráfica No. 8. 17
ALTURA DE LA YEMA A TEMPERATURA AMBIENTE

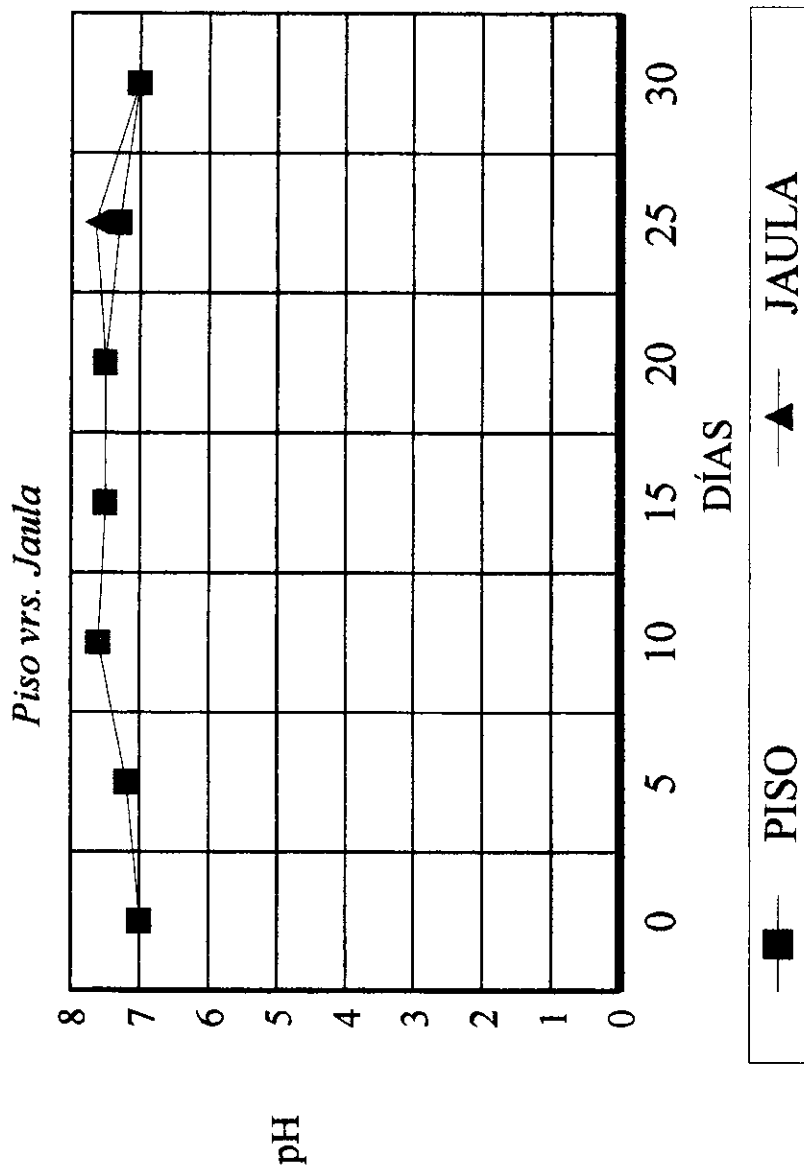


Gráfica No. 8. 18
UNIDAD HAUGH A TEMPERATURA AMBIENTE



PISO
 JAULA
 DIF. HU

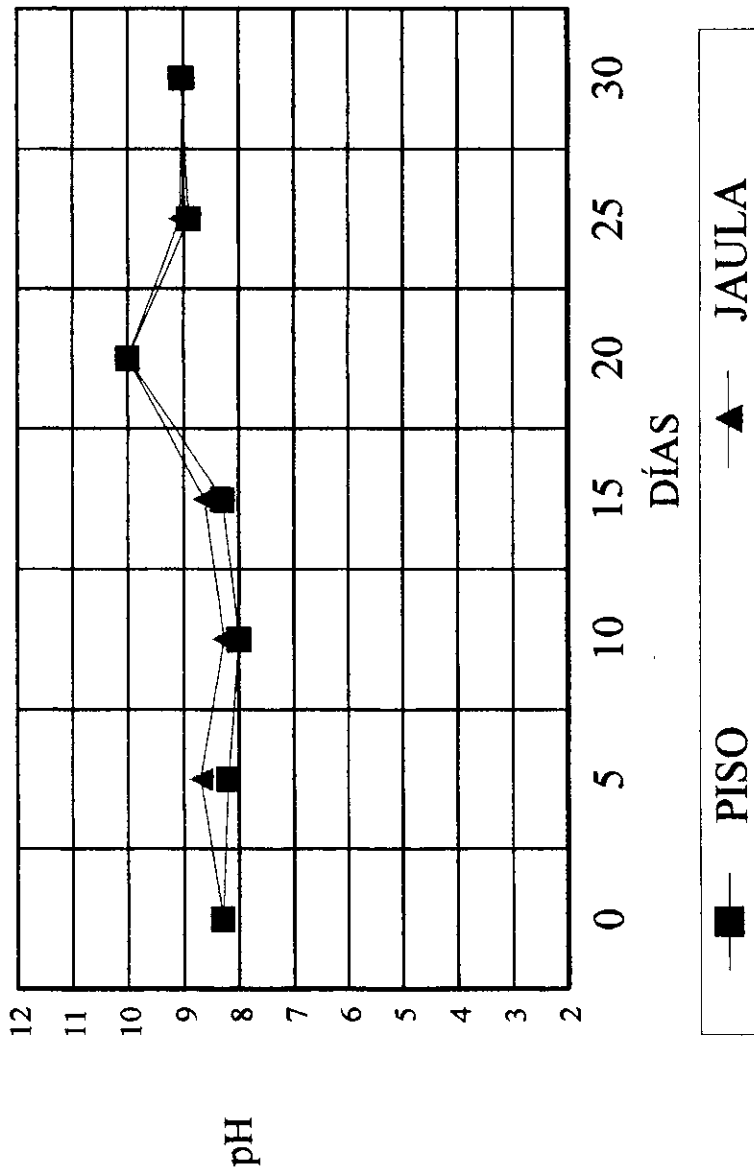
Gráfica No. 8. 19
pH DEL HUEVO ENTERO EN REFRIGERACIÓN



Gráfica No. 8. 20

pH DE LA CLARA EN REFRIGERACIÓN

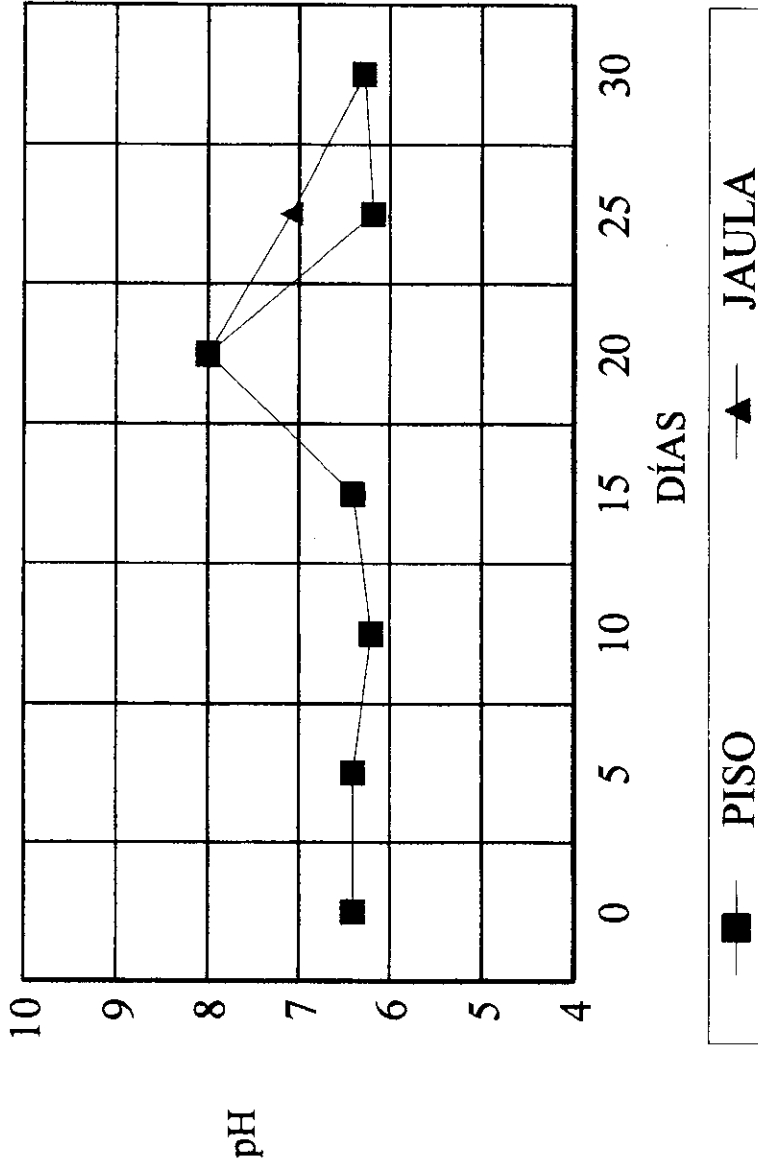
Piso vs. Jaula



Gráfica No. 8. 21

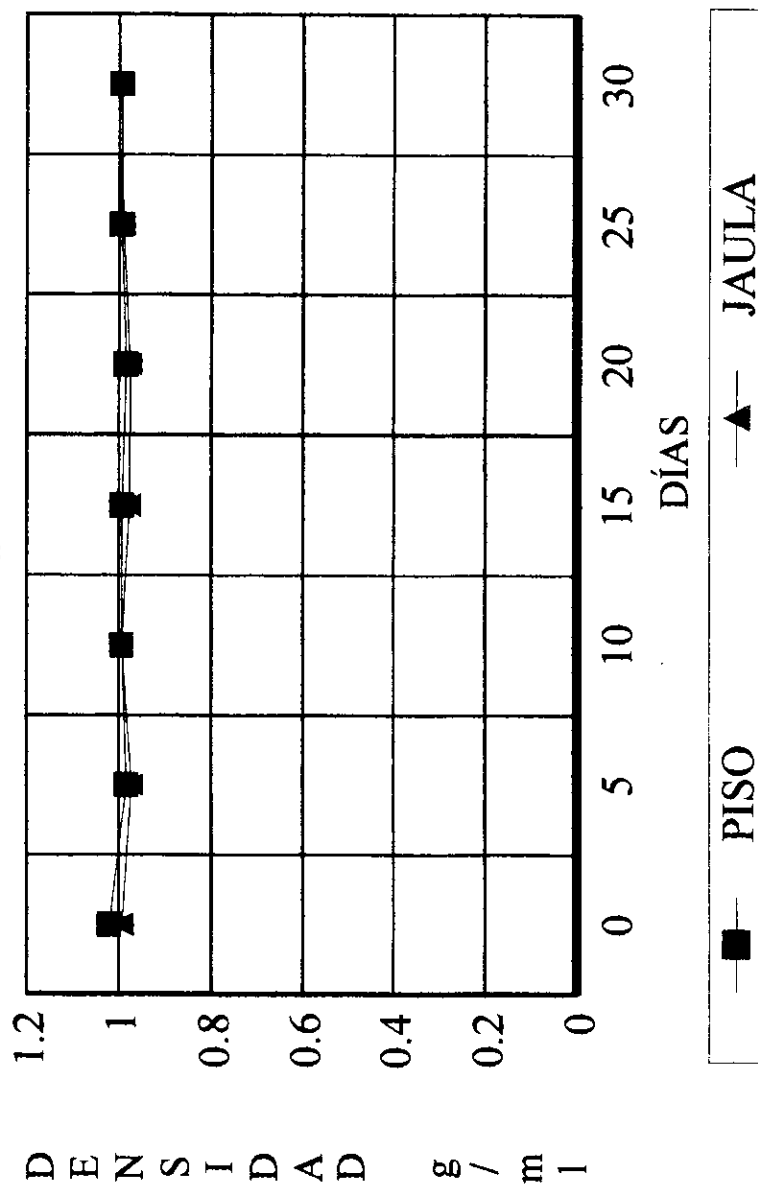
pH DE LA YEMA EN REFRIGERACIÓN

Piso vs. Jaula



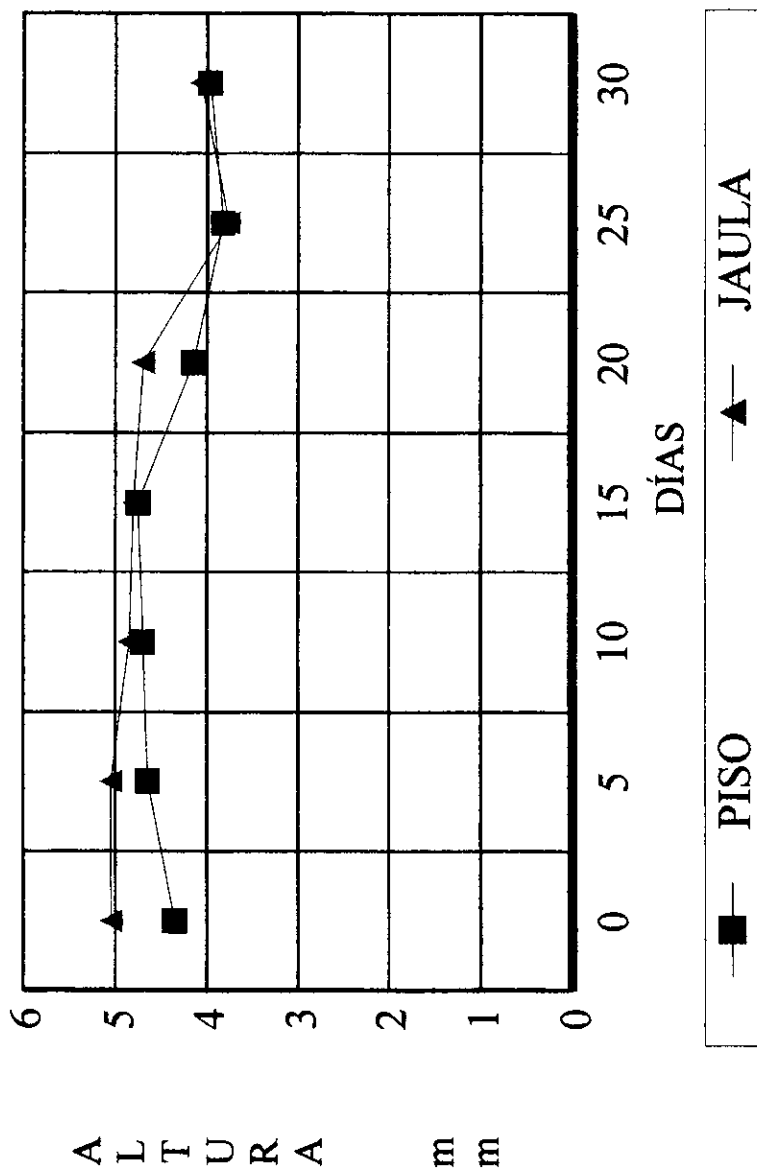
Gráfica No. 8. 22
DENSIDAD DE LA CLARA EN REFRIGERACIÓN

Piso vrs. Jaula

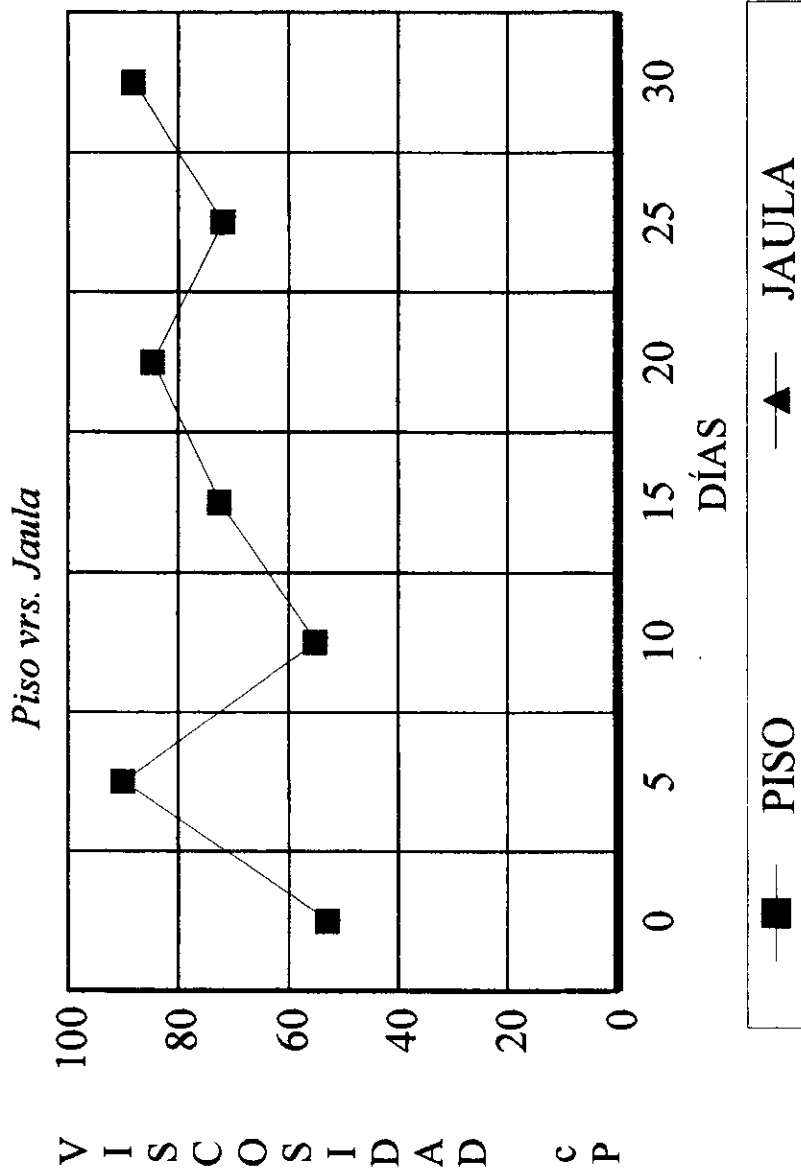


Gráfica No. 8. 23
ALTURA DE LA CLARA EN REFRIGERACIÓN

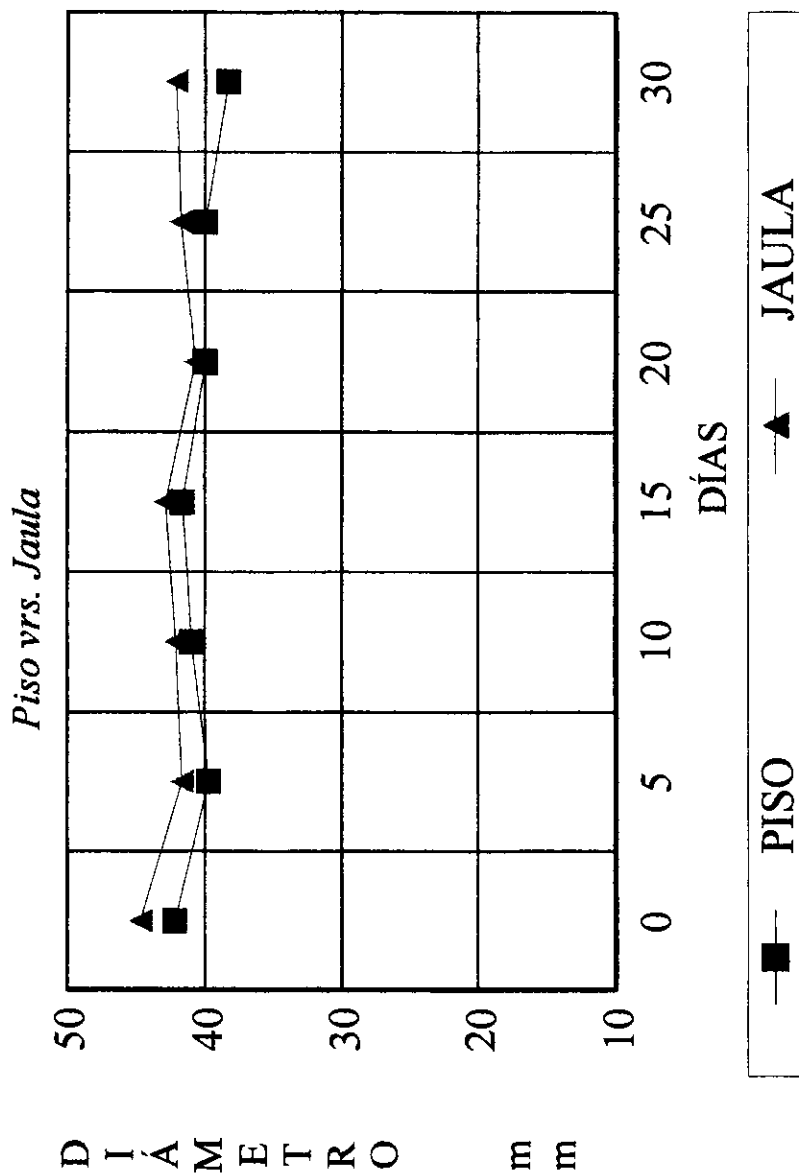
Piso vs. Jaula



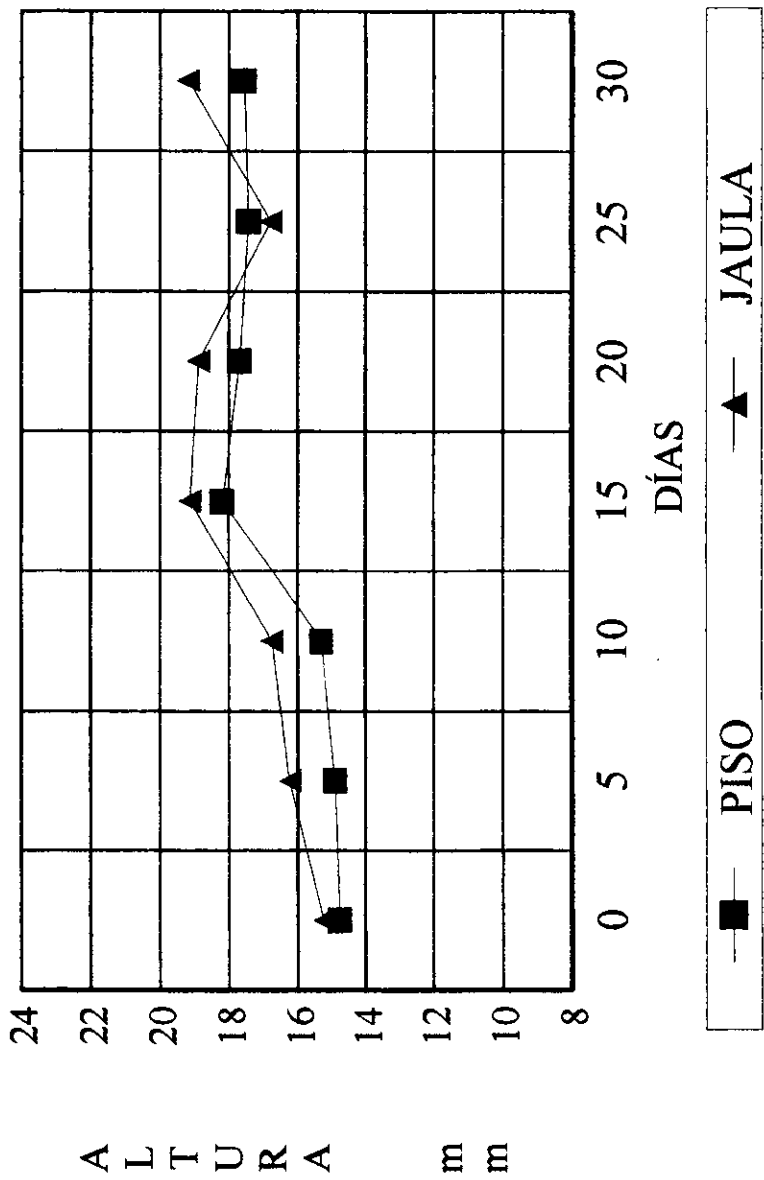
Gráfica No. 8. 24
VISCOSIDAD DE LA CLARA EN REFRIGERACIÓN



Gráfica No. 8. 25
DIÁMETRO DE LA YEMA EN REFRIGERACIÓN

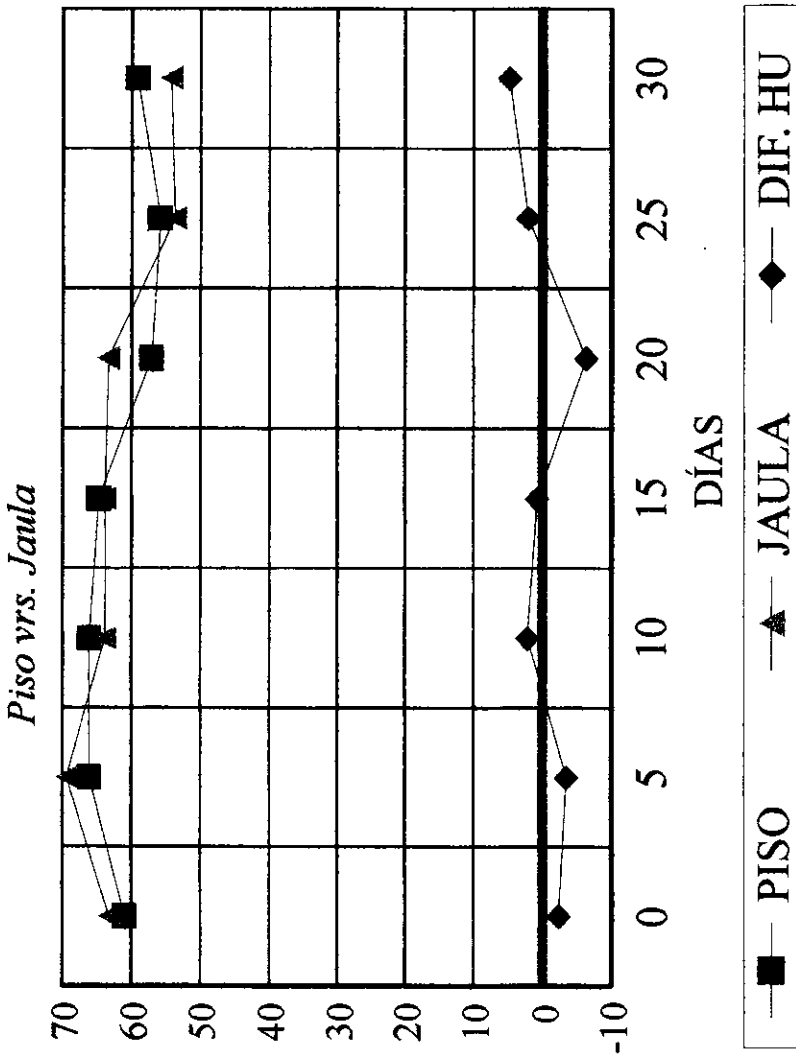


Gráfica No. 8. 26
ALTURA DE LA YEMA EN REFRIGERACIÓN
Piso vs. Jaula



A L T U R A m m

Gráfica No. 8. 27
UNIDAD HAUGH EN REFRIGERACIÓN



IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el método estadístico se utilizó la Prueba de “T” de Student, en donde se analizó la diferencia entre varianzas.

Para esta prueba se asumió la igualdad de varianzas entre las dos muestras. Se eligió una hipótesis nula, así como una hipótesis alternativa. Esto se realizó para cada día y variable que se estudió.

Para demostrar que la temperatura de almacenamiento sí afecta la calidad del huevo se hizo una Prueba de “T” de Student para cada variable analizada. Por lo que a continuación se presenta una muestra de cómo se realizó el análisis estadístico.

1. Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencia entre la altura de la clara en los huevos almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración durante sus 30 días de almacenamiento.

Hipótesis Alternativa (H_a): Sí hay diferencia entre la altura de la clara en los huevos almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración durante sus 30 días de almacenamiento.

2. Se escogió un $\alpha = 0.05$ y se calcularon los grados de libertad en donde α es el nivel de confianza.

$$\text{Grados de libertad} = gl = n_1 + n_2 - 2$$

Rechazo H_0 si $|t^*| > t_{\alpha/2, gl} \Rightarrow t_{0.025, gl=8} \Rightarrow 2.306$ (valor de una tabla, para una distribución normal con $\alpha = 0.05$ y con grados de libertad de 8).

3. Este análisis fue hecho para los almacenados después de 10 días. Si y_1 = media de la altura de la clara en los almacenados en refrigeración = 4.78 y su varianza $s_1^2 = 0.0058$ y $n_1 = 5$; y para la media de la altura de la clara a temperatura ambiente es $y_2 = 4.37$ y su varianza $s_2^2 = 0.1258$ con $n_2 = 5$.

Se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$t^* = \frac{y_1 - y_2 - D_0}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

donde D_0 es la diferencia entre las varianzas en este caso $D_0 = 0$, por asumir varianzas iguales y

$$\text{donde } S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\text{entonces } S_p = \sqrt{\frac{(5 - 1)(0.0058) + (5 - 1)(0.1258)}{5 + 5 - 2}} = 0.2566$$

se sustituye S_p en la ecuación de t^* , por lo tanto

$$t^* = \frac{4.78 - 4.37 - 0}{0.2566 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 2.5266$$

Entonces como $t^* > t_{\alpha/2, gl}$, $2.5266 > 2.306$ RECHAZO la Hipótesis Nula (H_0), la cual dice que no hay diferencia entre la altura de la clara en los huevos almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración durante sus 30 días de almacenamiento.

Al terminar todo el análisis estadístico de todas las variables para cada día de análisis, y basándose en el análisis estadístico se llegó a la conclusión:

EXISTE UNA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS HUEVOS ALMACENADOS A TEMPERATURA AMBIENTE Y LOS REFRIGERADOS.

X. DISCUSIÓN

Para la determinación del efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad del huevo, se realizaron varias pruebas las cuales consistían en un análisis físico (medición de pH del huevo entero, clara y yema, altura de la yema y la clara, viscosidad y densidad de la clara, y diámetro de la yema), un análisis químico (análisis proximal) y un microbiológico que incluía presencia de *Pseudomonas*, *E. coli* y en especial *Salmonella*.

En el estudio también se midió la humedad relativa a la cual se encontraron los huevos, ya que ésta es importante en la respiración del huevo. La literatura indica que se debe mantener hasta un 90 %. Durante el estudio se mantuvo a 60 y 70 % en refrigeración y en ambiente, respectivamente.

En la medición del pH del huevo entero, clara y yema, como se puede observar en la Gráfica No. 8. 1, 8. 2 y 8. 3 respectivamente, el pH del huevo que se encontraba en refrigeración siempre fue menor que el que se encontraba en ambiente. Según el análisis estadístico que se realizó por cada día para el pH del huevo entero, a los primeros 5 días no había diferencia significativa entre ambos huevos, pero de los 10 días en adelante sí hubo diferencia significativa. Sin embargo, para el pH de la clara y de la yema sí hay diferencia significativa desde los 5 días hasta el término del estudio.

La literatura indica que el pH del huevo entero se encuentra entre 7.0 a 7.6, el de la clara entre 8.2 y 8.4, y finalmente el pH de la yema es 6.0. Según el estudio realizado, durante el almacenamiento a temperatura ambiente el huevo entero mostró un pH máximo de 8.0, mientras que el almacenado en refrigeración el máximo fue de 7.6, encontrándose este último dentro del rango. La clara mostró un pH inicial de 8.3, el cual en el huevo que estuvo a temperatura ambiente aumentó a 10.5; mientras que el refrigerado a 10.0. Por último la yema en el huevo a temperatura ambiente tuvo un

rango entre 6.4 a 9.0, mientras que el almacenado en refrigeración se encontró entre 6.4 a 8.0.

Por otra parte la densidad de la clara fue mayor en los huevos que se encontraban refrigerados que los almacenados a temperatura ambiente, (Ver Gráfica No. 8. 4). Existe diferencia significativa entre los dos ambientes según el análisis estadístico después de los 20 días de almacenados. Este resultado se ve afectado ya que la temperatura de refrigeración favorece a que se mantenga por más tiempo la clara densa, permitiendo así que la densidad de la clara sea mayor.

La altura de la clara, también disminuyó mayormente en los almacenados a temperatura ambiente, presentándose una mayor proporción de clara espesa en los huevos refrigerados, mientras que en los almacenados a temperatura ambiente a los 5 días no había una diferencia marcada entre la clara espesa y la clara fluida; pero al término del estudio estos huevos sólo contenían clara fluida. Según el análisis estadístico hubo una diferencia significativa a partir de los 10 días de almacenamiento. Al tener una menor altura de la clara tiene una menor Unidad Haugh, lo que indica que la calidad del huevo a temperatura ambiente es menor que la almacenada en refrigeración.

La viscosidad al inicio mostraba un comportamiento no constante, esto se debe a la consistencia de la clara, pero en los huevos almacenados a temperatura ambiente éste comportamiento se fue haciendo constante al cabo de los 20 días. Sin embargo, la diferencia significativa empezó a los 5 días de almacenados. La viscosidad de los huevos refrigerados fue mayor que los almacenados a temperatura ambiente, esto se debió a la presencia de mayor cantidad de clara densa.

Un huevo fresco posee una yema firme. Para evaluar este parámetro se midió el diámetro y la altura de la yema. Un diámetro mayor y una altura menor de la yema significa que la yema se vuelve menos firme ya que ésta se aplana, además la membrana vitelina se volvía más delgada ya que se reventaba fácilmente. Estas características se notaron marcadamente en los huevos almacenados a temperatura ambiente, habiendo

una diferencia significativa entre los refrigerados y los almacenados a temperatura ambiente desde los 5 días de almacenados.

Como ya se dijo anteriormente, la calidad del huevo disminuye por el efecto de la temperatura, como se puede observar en la Gráfica No. 8. 9, la Unidad Haugh es mucho menor en los huevos almacenados a temperatura ambiente que los refrigerados, y estadísticamente sí hay una diferencia significativa. Según la literatura, los huevos de la Granja "El Pilar se encuentran dentro de la clasificación A. Sin embargo los huevos que se encontraban almacenados a temperatura ambiente se iban acercando a la clasificación B al término del estudio.

El mayor problema que se encontró en este tipo de análisis, es que el huevo una vez abierto no se puede recobrar, lo ideal habría sido analizar el mismo huevo durante el tiempo del estudio, por esto es que los resultados obtenidos no presentan un comportamiento lineal. Esto puede dar lugar a que se piense que hubo un error en la medición de los datos, como se puede observar en las Gráficas No. 8. 9, 8. 10, 8. 11, 8.12, 8. 18, 8. 20, y 8. 21; pero la razón es que todas las mediciones fueron realizadas con diferentes huevos. Sin embargo, todos los resultados obtenidos muestran que a temperatura ambiente la calidad del huevo disminuye, mientras que en refrigeración se alarga su vida de anaquel manteniendo sus características físicas.

En el análisis químico se determinó su composición proximal, obteniendo que la yema tiene el mayor porcentaje de proteínas, por lo que es importante mantener su pH adecuado, para que no haya desnaturalización de proteínas y no exista contaminación microbiológica.

El análisis microbiológico no detectó presencia de Salmonella en ninguno de los dos tipos de almacenamiento. Para esto se efectuó una serie de inoculaciones, las cuales a las veinticuatro horas de haber sido incubados si no había crecimiento se descartaban, pero si había crecimiento se volvía a inocular en varios medios selectivos. Pero durante

el estudio sólo hubo crecimiento de algunos estafilos y de bacterias Gram (+), lo cual significa que hubo contaminación ambiental durante el proceso en el laboratorio. Esto indica que los huevos de la Granja “El Pilar” se encuentran en perfecto estado para su consumo.

Por otra parte, también se quiso determinar si había alguna diferencia entre los huevos que se recolectaban de jaulas y de piso, por lo que también se les hizo el mismo análisis físico y microbiológico.

En el análisis físico, en todas las características medidas no hubo estadísticamente diferencia significativa, esto se debe probablemente a que los huevos son recolectados al instante de ser puestos y además por tener el cascarón le da mayor protección. La posición (jaula y piso) afecta de alguna manera a la gallina, ya que las que se encuentran en jaula están bajo mayor estrés que las de piso, debido a que se encuentran encerradas y hay más ruido, y no por el hecho de que hayan demasiadas gallinas, ya que existen de 3 a 4 gallinas por jaula.

En el análisis microbiológico, no hubo presencia de Salmonella en ninguno de los dos casos.

También se analizaron algunos huevos que después de puestos son raspados, este procedimiento consiste en que se les pasa una especie de “pashte” para limpiarlos de suciedad. Pero esto lo único que hace es quitarles la capa protectora y es otra forma de inocular microorganismos. A estos huevos no se les pudo realizar un análisis estadístico porque el tamaño de la muestra era demasiado pequeña.

XI. CONCLUSIONES

- ◇ La temperatura de almacenamiento sí afecta en la calidad del huevo.
- ◇ El pH del huevo entero, de la clara y de la yema es menor cuando el huevo es almacenado en refrigeración.
- ◇ El almacenamiento en refrigeración favorece para mantener por más tiempo la definición entre clara densa y clara fluida.
- ◇ La Unidad Haugh disminuye en los huevos almacenados a temperatura ambiente, por lo tanto la calidad del huevo es menor a los almacenados en refrigeración.
- ◇ Según la Unidad Haugh, los huevos analizados se encuentran dentro de la clasificación A.
- ◇ No se puede obtener un comportamiento lineal, ya que no es el mismo huevo el que se estudia.
- ◇ No hubo crecimiento de Salmonella en ninguno de los huevos examinados.
- ◇ No hay diferencia significativa entre los huevos que son puestos en jaula y en piso.
- ◇ No es aconsejable raspar los huevos ya que se les quita la capa protectora que tiene el cascarón.
- ◇ Mantener los huevos en refrigeración, tanto antes como después de su compra, así como antes de ser consumidos.

APÉNDICE A

Tablas de datos obtenidos a lo largo del estudio

TABLA No. A. 6
AMBIENTE VRS. REFRIGERACIÓN

Día	Temperatura (°C)	Peso (g)	Peso Cascarón (g)	pH		Densidad Clara (g/ml)	Altura Clara (mm)	Viscosidad Clara (cP)	Diámetro Yema (mm)	Altura Yema (mm)	Unidad Haugh	Diferencia entre Unidades Haugh
				Yema	Clara							
0	Ambiente	68.65	8.10	6.4	8.3	1.0019	4.97	53.00	44.83	15.33	64.1926	0.0000
5	Refrigeración	58.42	7.96	6.40	8.37	0.9856	4.73	90.00	40.48	15.72	66.5687	2.9653
5	Ambiente	66.80	8.25	6.95	8.70	0.9880	4.82	70.00	42.98	13.27	63.6034	2.9653
10	Refrigeración	62.68	7.66	6.20	8.23	0.9988	4.78	55.20	41.05	15.85	65.1432	2.5842
10	Ambiente	59.33	7.10	6.80	9.16	0.9885	4.37	53.80	43.90	13.07	62.5589	2.5842
15	Refrigeración	64.13	7.92	6.40	8.58	0.9732	4.48	72.60	42.62	18.82	61.2818	14.7176
15	Ambiente	62.23	7.57	7.00	9.34	0.9663	3.22	68.00	43.97	14.70	46.5643	14.7176
20	Refrigeración	63.45	7.46	8.00	10.00	0.9757	4.32	84.60	40.60	18.40	59.9406	12.6285
20	Ambiente	63.08	7.93	9.00	10.50	0.9616	3.30	50.00	45.33	15.42	47.3122	12.6285
25	Refrigeración	61.92	7.82	6.64	8.99	0.9930	3.80	72.00	40.90	17.12	54.8333	13.2845
25	Ambiente	63.08	7.73	6.91	9.28	0.9638	2.95	38.00	44.78	12.32	41.5487	13.2845
30	Refrigeración	63.15	7.95	6.28	9.03	0.9944	4.02	88.00	40.22	18.38	56.7256	1.5889
30	Ambiente	57.46	7.42	6.84	9.06	0.9850	3.62	30.40	46.23	11.85	55.1367	1.5889

TABLA No. A. 7
PISO VRS. JAULA A TEMPERATURA AMBIENTE

Día	Posición	Peso (g)	Peso Cascarón (g)	pH			Densidad Clara (g/ml)	Altura Clara (mm)	Viscosidad Clara (cP)	Diámetro Yema (mm)	Altura Yema (mm)	Unidad Haugh	Diferencia entre Unidades Haugh
				Yema	Clara	Huevo entero							
0	Piso	62.25	7.75	6.40	8.30	7.00	1.0210	4.35	53.00	42.20	14.75	60.9956	-2.2745
0	Jaula	72.41	8.71	6.40	8.30	7.00	0.9939	5.05	53.00	44.70	15.25	63.2701	-2.2745
5	Piso	65.59	8.52	6.80	8.60	7.50	0.9859	4.85	70.00	40.75	12.40	64.5619	-2.0784
5	Jaula	64.10	7.78	6.95	8.70	7.50	0.9824	5.00	70.00	43.90	13.40	66.6403	-2.0784
10	Piso	60.19	7.49	6.80	9.00	7.90	0.9770	4.75	53.80	42.15	13.10	65.9568	5.1185
10	Jaula	56.36	7.04	6.80	9.18	7.90	0.9981	4.05	53.80	43.85	13.40	60.8383	5.1185
15	Piso	61.21	7.43	7.00	9.40	8.00	0.9805	3.10	68.00	42.25	15.00	45.6494	-3.3756
15	Jaula	60.96	7.39	7.00	9.33	8.00	0.9787	3.35	68.00	43.95	14.00	49.0250	-3.3756
20	Piso	60.89	7.67	9.00	10.50	8.00	0.9642	3.20	50.00	44.00	15.40	47.2653	-1.4814
20	Jaula	58.42	7.25	9.00	10.50	8.00	0.9578	3.20	50.00	46.90	14.05	48.7467	-1.4814
25	Piso	63.50	7.50	6.21	9.22	7.75	0.9800	2.90	38.00	43.50	13.30	40.6648	-1.7679
25	Jaula	62.66	7.96	7.60	9.33	7.88	0.9477	3.00	38.00	46.07	11.33	42.4327	-1.7679
30	Piso	55.79	7.33	6.84	9.05	6.79	0.9799	3.50	30.40	46.13	12.27	54.5119	-1.2496
30	Jaula	59.12	7.51	6.84	9.07	6.79	0.9900	3.73	30.40	46.33	11.43	55.7615	-1.2496

TABLA No. A. 8
PISO VRS. JAULA EN REFRIGERACIÓN

Día	Posición	Peso (g)	Peso Cascarón (g)	pH			Densidad Clara (g/ml)	Altura Clara (mm)	Viscosidad Clara (cP)	Diámetro Yema (mm)	Altura Yema (mm)	Unidad Haugh	Diferencia entre Unidades Haugh
				Yema	Clara	Huevo entero							
0	Piso	62.25	7.75	6.40	8.30	7.00	1.0210	4.35	53.00	42.20	14.75	60.9956	-2.2745
0	Jaula	72.41	8.71	6.40	8.30	7.00	0.9939	5.05	53.00	44.70	15.25	63.2701	-2.2745
5	Piso	57.83	7.12	6.40	8.20	7.20	0.9840	4.65	90.00	39.75	14.90	66.1398	-3.3417
5	Jaula	58.34	7.56	6.40	8.70	7.20	0.9725	5.05	90.00	41.70	16.25	69.4815	-3.3417
10	Piso	58.49	7.29	6.20	8.00	7.60	0.9935	4.70	55.20	41.00	15.30	66.1459	2.2517
10	Jaula	66.93	7.99	6.20	8.28	7.60	0.9936	4.85	55.20	42.15	16.75	63.8942	2.2517
15	Piso	62.97	7.18	6.40	8.30	7.50	0.9936	4.75	72.60	41.65	18.20	64.7390	0.8380
15	Jaula	65.90	7.65	6.40	8.63	7.50	0.9766	4.80	72.60	42.90	19.15	63.9010	0.8380
20	Piso	65.27	7.78	8.00	10.00	7.50	0.9844	4.15	84.60	40.00	17.70	57.1492	-6.2950
20	Jaula	64.67	7.58	8.00	10.00	7.50	0.9755	4.70	84.60	40.70	18.90	63.4442	-6.2950
25	Piso	60.71	7.78	6.18	8.91	7.30	0.9950	3.83	72.00	40.00	17.43	55.8929	2.1193
25	Jaula	63.12	7.86	7.09	9.07	7.65	0.9911	3.77	72.00	41.80	16.80	53.7736	2.1193
30	Piso	57.43	7.40	6.28	9.05	7.01	0.9938	3.97	88.00	38.33	17.57	59.1269	4.8026
30	Jaula	68.87	8.50	6.28	9.01	7.01	0.9930	4.07	88.00	42.10	19.20	54.3243	4.8026

APÉNDICE B

Gráficas de la viscosidad de la clara a los diferentes días en que se realizó el estudio

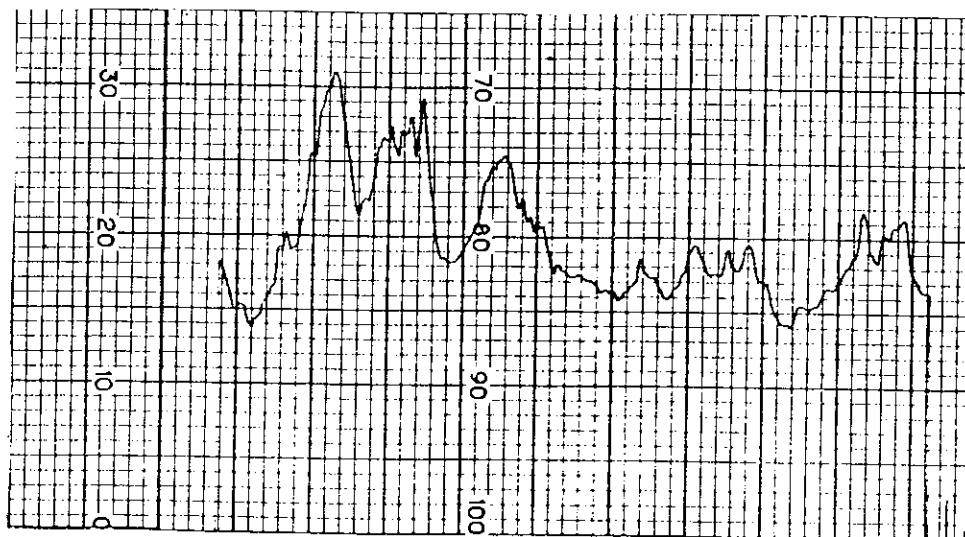
Gráfica No. B. 28

VISCOSIDAD A LOS 0 DÍAS



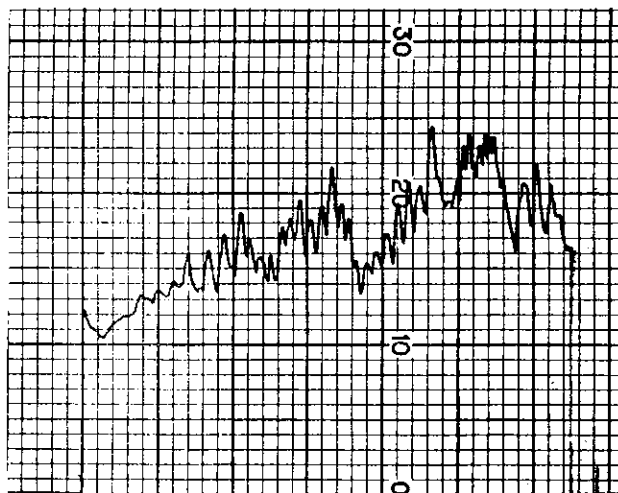
Gráfica No. B. 29

VISCOSIDAD A LOS 5 DÍAS EN REFRIGERACIÓN



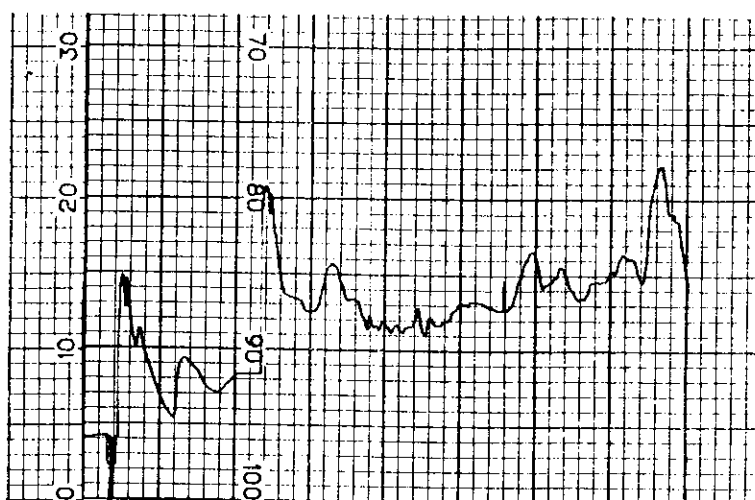
Gráfica No. B. 30

VISCOSIDAD A LOS 5 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE



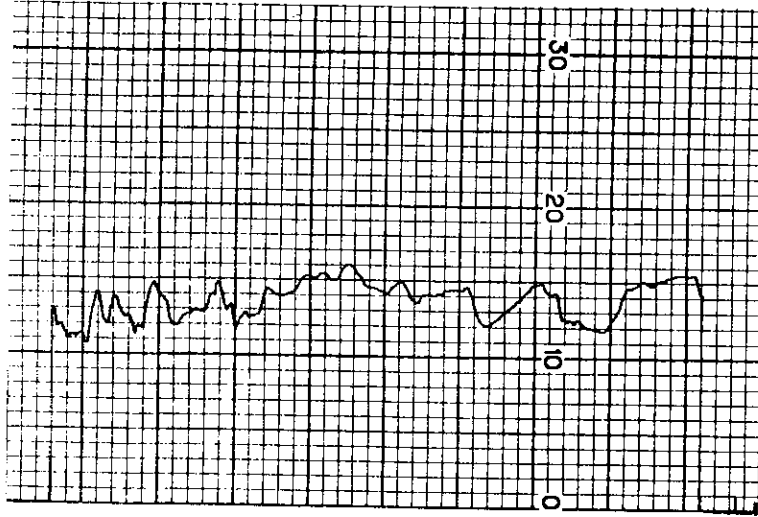
Gráfica No. B. 31

VISCOSIDAD A LOS 10 DÍAS EN REFRIGERACIÓN



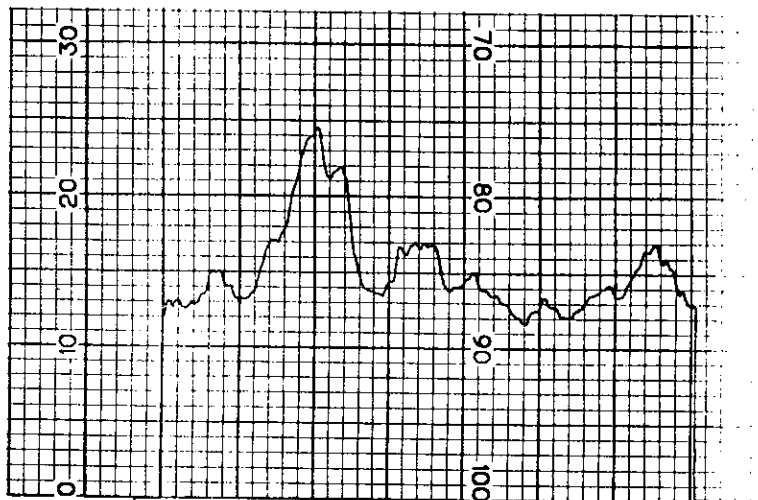
Gráfica No. B. 32

VISCOSIDAD A LOS 10 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE



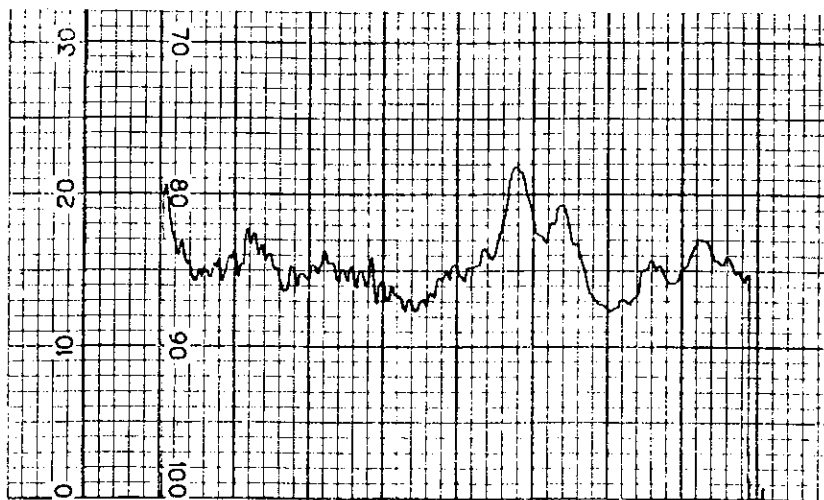
Gráfica No. B. 33

VISCOSIDAD A LOS 15 DÍAS EN REFRIGERACIÓN



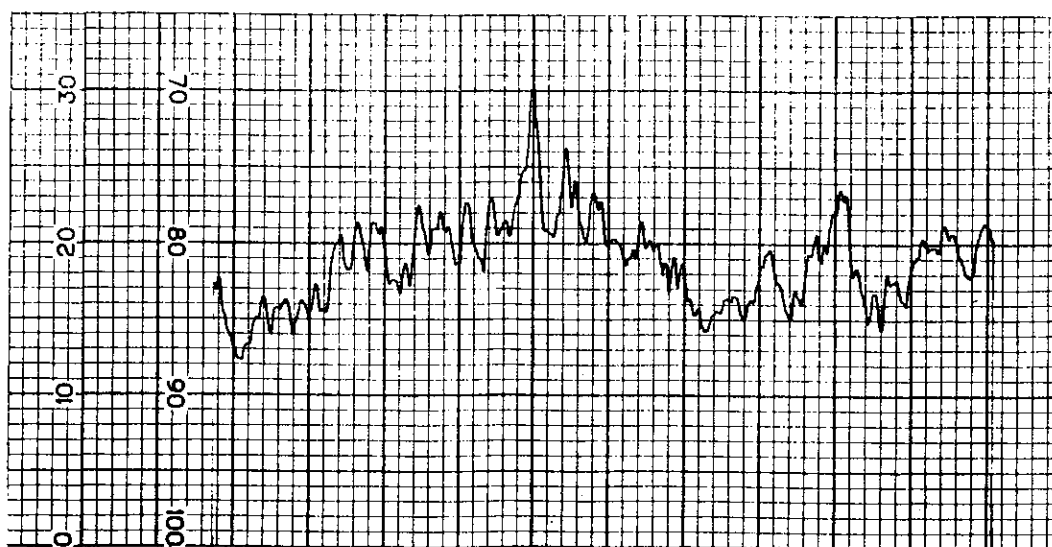
Gráfica No. B. 34

VISCOSIDAD A LOS 15 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE



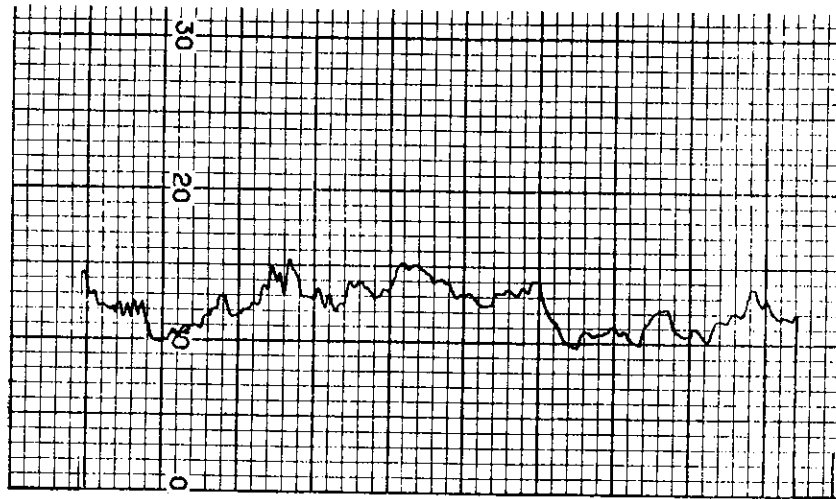
Gráfica No. B. 35

VISCOSIDAD A LOS 20 DÍAS EN REFRIGERACIÓN

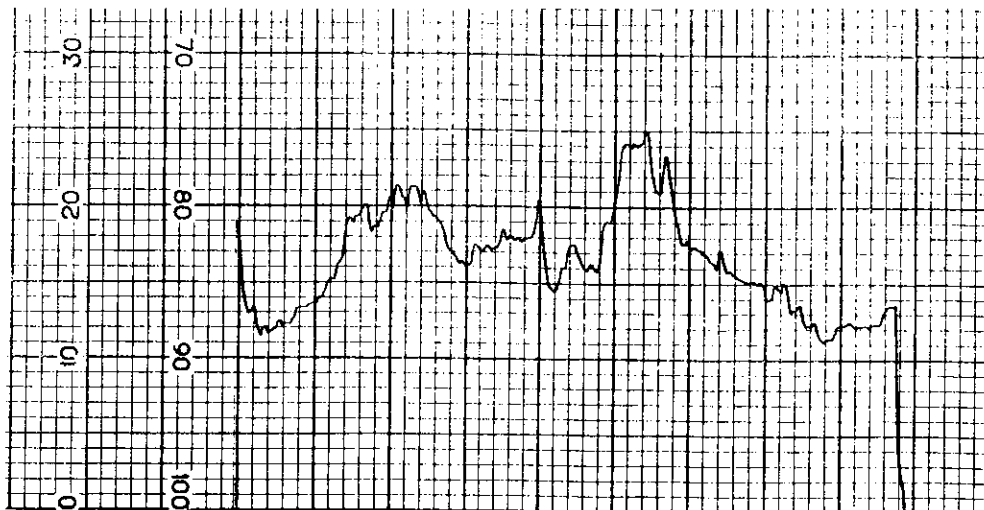


Gráfica No. B. 36

VISCOSIDAD A LOS 20 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE

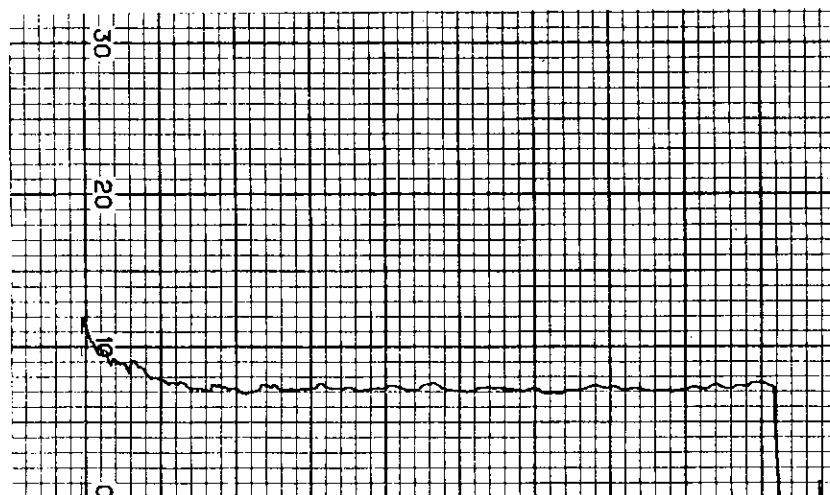
**Gráfica No. B. 37**

VISCOSIDAD A LOS 25 DÍAS EN REFRIGERACIÓN



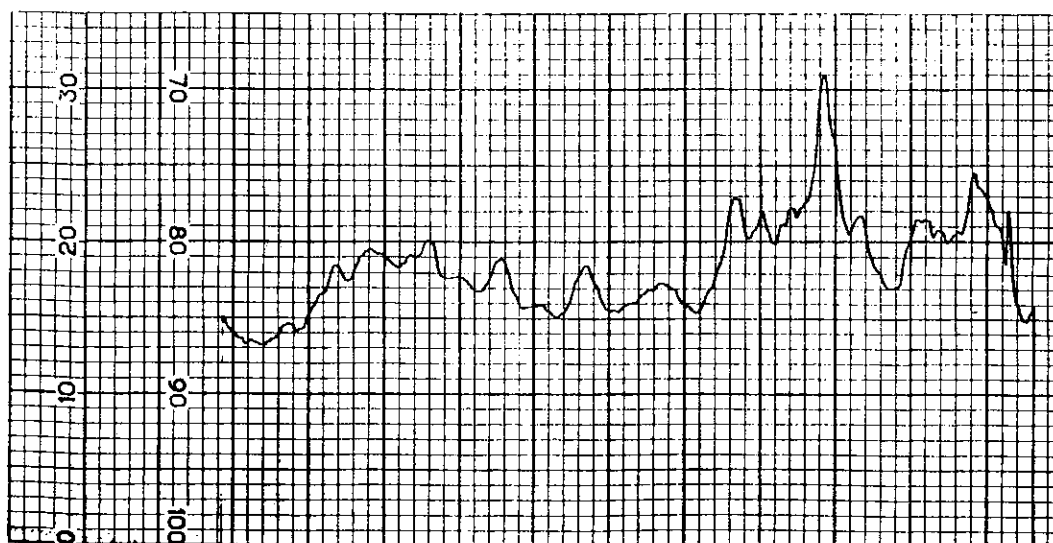
Gráfica No. B. 38

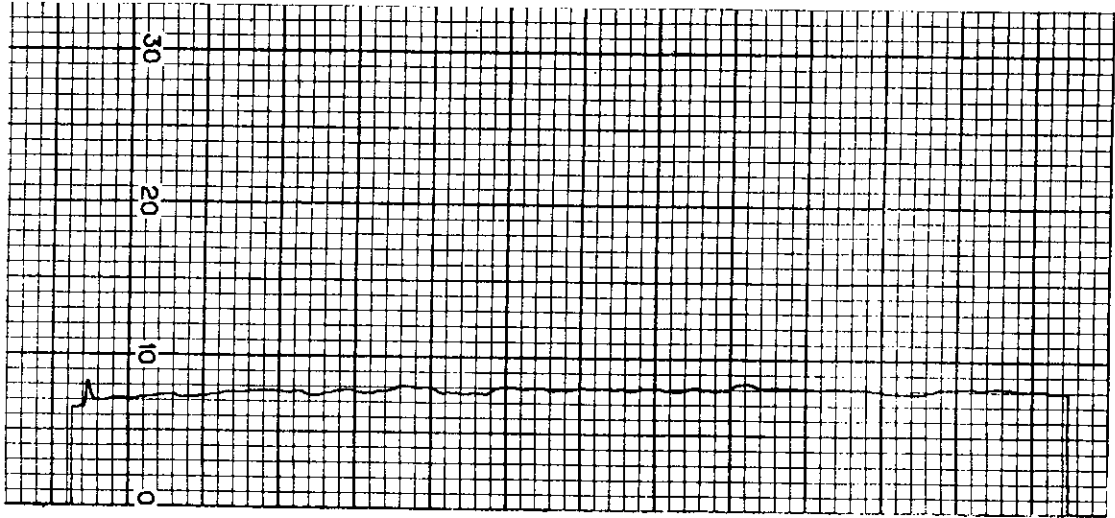
VISCOSIDAD A LOS 25 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE



Gráfica No. B. 39

VISCOSIDAD A LOS 30 DÍAS EN REFRIGERACIÓN



Gráfica No. B. 40**VISCOSIDAD A LOS 30 DÍAS A TEMPERATUR AMBIENTE**

XIII. RECOMENDACIONES

- Mantener los huevos en refrigeración, tanto antes como después de su compra, así como antes de ser consumidos.
- Lavarse las manos, así como todos los utensilios y equipo que han estado en contacto con cualquier alimento crudo antes de preparar otros alimentos.
- Utilizar tablas para cortar separadas para alimentos crudos y cocidos. Lavarlas y desinfectarlas rigurosamente después de cada uso.
- Un adecuado cocimiento asegura que los platos elaborados con huevo alcanzan una temperatura lo suficientemente alta para destruir cualquier bacteria (en especial salmonela) que pueda estar presente.
- Aumentar el número de muestras basándose en los resultados obtenidos.
- Realizar estudios nutricionales para medir la calidad del huevo a través del tiempo.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

- ⊖ American Egg Board. 1995. INTERNET.
- Arévalo, X. 1995. Comparación de la contaminación bacteriana en huevos frescos de gallina con cáscara entera y con cáscara rota, producidos por una avícola guatemalteca.
 - Ayres, J., J. Muxdt y W. Sandine. 1980. Microbiology of foods.
- ⊖ Benjamin, A., B. Gwim, et al. 1960. Marketing Poultry Products.
- ⊖ Card, L. y M. Nesheim. 1966. Poultry Production.
- ⊖ Charley, H. 1991. Tecnología de Alimentos.
- Cook, F., y G.M. Briggs. 1977. Nutritive value of eggs. Egg Science and Technology. 92-108.
- ⊖ Curtis, P.A., F.A Gardner, y D.B. Mellor. 1986. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. III. Composition and nutritional characteristics. Poultry science 3: 501-507.
- Doyon, G., M. Bernier-Cardou, y R.M.G. Hamilton. 1986. Egg quality. 2. Albumen quality of eggs from five commercial strains of White Leghorn hens during one year of lay. Poultry science 1: 63-66.
 - Goodrum, J.W., W.M. Britton, y J.B. Davis. 1989. Effect of storage conditions on albumen pH and subsequent hard-cooked egg peelability and albumen shear strength. Poultry science 9: 1226-1231.
 - Mertz, E., M. Hassen, et al. 1984. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and other major cereals. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 81: 1 - 2.
 - Mine, Y., T. Noutomi, y N. Haga. 1990. Thermally induced changes in egg white proteins. Journal of agricultural and food chemistry 12: 2122-2125.
 - Miranda, T. Manual de métodos de análisis del laboratorio de microbiología de alimentos.
 - Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists. 1984. 14va. Ed. 1141 pp.
- ⊖ Potter, N. 1978. La ciencia de los Alimentos.
- ⊖ Sanz, A. 1994. Apuntes de la Clase de Higiene y Control de Alimentos. Universidad del Valle.
- Trent, F. 1998. Director del Laboratorio Microbiológico CEDIVET de Guatemala.

- United States Department of Agriculture. 1991. Regulations Governing The Grading Of Shell Eggs And United States Standards, Grades, And Weight Classes For Shell Eggs. Washington, DC. 7CFR Part 56.