



**“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DPTO. DE MEDICINA VETERINARIA**

Trabajo de Graduación

**Evaluación de los factores del proceso de incubación que
intervienen en la ventana de nacimiento de los pollitos, en la
incubadora PIPASA- Nicaragua, en el periodo de Enero a Julio,
2009**

AUTORES

Br. Larry Farid Espinoza Gutiérrez

Br. Mayra del Socorro Matey Lechado

Asesor Principal

Dra. MV. Deleana del Carmen Vanegas MSc.

Asesores:

Ing. Carlos Ruiz Fonseca MSc.

Doc. FACA

Ing. Róger Duran Lugo

Sup. Área Incubación

MV. Leonardo Rodríguez Vílchez.

Sup. Área Nacedores

Managua, Nicaragua

Febrero, 2010



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(UNA)
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
(FACA)**

DEPARTAMENTO DE VETERINARIA

**“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”**

Trabajo de Graduación

Evaluación de los factores del proceso de incubación que intervienen en la ventana de nacimiento de los pollitos, en la incubadora PIPASA- Nicaragua, en el periodo de Enero a Julio, 2009

Trabajo de graduación sometido a la consideración del Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para optar al título de:

MEDICO VETERINARIO

En el grado de Licenciatura

POR:

Br. Larry Farid Espinoza Gutiérrez

Br. Mayra del Socorro Matey Lechado

Managua, Nicaragua

Febrero, 2010

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) como requisito parcial para optar al título profesional de:

MÈDICO VETERIARIO

En el Grado de Licenciatura

Miembros del tribunal examinador

Dra. Varinia Paredes Vanegas
Presidente

Dra. Carla Darce Sequeira
Secretaria

Ing. Ariel Téllez Flores
Vocal

Managua- Nicaragua, 05 de Febrero 2010

Asesor Principal:

DMV. Deleana del Carmen Vanegas

Asesores:

Ing. Carlos Ruiz Fonseca

Ing. Roger Duran Lugo

Jefe área de incubación PIPASA- Nicaragua

MV. Leonardo Rodríguez Vílchez

Supervisor área de Nacedores PIPASA-Nicaragua

Sustentantes:

Br. Larry Farid Espinoza Gutiérrez

Br. Mayra del Socorro Matey Lechado

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fecha de estudio.	4
3.2 Diseño Metodológico.	4
3.2.2 Operaciones de manejo – Pre incubación.	4
3.2.2.1 Recepción de huevo fértil – área cuarto Frío.	4
3.2.2.2 Selección y Embandejado– área cuarto Frío.	4
3.2.2.3 Almacenamiento - área cuarto Frío	5
3.2.2.4 Atemperado o Precalentamiento- Sala de atemperado	5
3.2.3 Operaciones de manejo –Área Incubación	5
3.2.3.1 Carga a máquina incubadora	5
3.2.3.2 Incubación	6
3.2.3.3 Ovoscopía o Miraje	6
3.2.3.4 Retiro de huevos explotados	6
3.2.3.5 Toma de peso	6
3.2.4 Transferencia - del área de Incubación a Nacedoras	7
3.2.5 Operaciones de manejo – Área Nacedores	7
3.2.5.1 Nacimientos de los pollitos y Procesamiento	7

SECCIÓN	PÁGINA
3.2.6 Manejo del ensayo	8
3.2.6.1 Medición de la Ventana de Nacimiento	9
3.2.6.2 Monitoreo de Temperatura y Humedad	10
3.2.6.3 Edad de la reproductora y Almacén	10
3.2.6.3 Volteo	11
4.3 Variables Evaluadas	11
3.5 Análisis estadístico	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1 Ventana de nacimiento	18
4.2 Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad	21
4.3 Temperatura	22
4.4 Humedad Relativa	24
4.5 Edad de la Reproductora	26
4.6 Tiempo de almacenamiento del huevo (edad del huevo)	28
4.7 Volteo de los huevos	30
4.8 Calidad de los pollitos	31
4.9 Embriopatías identificadas	35
4.10 Mortalidad embrionaria por períodos (Embriodiagnosis)	39
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. LITERATURA CITADA	46
VII. ANEXOS	51

DEDICATORIA

Dedicado al proveedor de cada uno de mis triunfos.
Ineludible, inspirador de todos mis proyectos.
Observador y guía de mis caminos.
Soberano, que siempre alza mi frente según su designio.

A ti padre Jehová Dios, dedico principalmente este esfuerzo.

POR TU...!:

Entrega desmedida a mis necesidades.
Lucha permanente, para darme cuanto te he pedido.
Buen corazón, que me demuestra que tengo alguien por quien vivir.
Amor, que me ha sabido sostener para ser quien ahora soy.

A ti madre, la persona mas grande y mas importante, la única, a quien nunca terminare de agradecer su gran labor. A usted Elba Del Carmen Gutiérrez, con todo mi amor le dedico este trabajo.

Br. Larry Farid Espinoza Gutiérrez.

DEDICATORIA

A Dios por que sin él, nada es posible, por guiar mis pasos y cuidarme siempre.

A mi madre, Ofelia Lechado Jarquín, que me da su apoyo incondicional en los momentos difíciles, ánimos cuando me siento derrotada y con dulzura me enseña a luchar para lograr mis metas con esfuerzo y dedicación pero sobre todo con fé hacia nuestro creador.

A mi papá, Fausto Matey Ruiz, mi mejor maestro el forjador de mi carácter y confianza siendo mi amigo en todo momento y corrigiendo mis fallas para hacer de mí un buen profesional.

Br. Mayra del Socorro Matey Lechado.

AGRADECIMIENTOS

Por el arduo esfuerzo que implicó el obtener la redacción e información requerida para la presente tesis, es un gusto para nosotros, presentarles nuestros agradecimientos a:

Dra. MV. Deleana del Carmen Vanegas MSc., por brindar sus amplios conocimientos como asesora principal, proporcionándonos orientación, motivación, entusiasmo y sobre todo, por el interés que nos hizo sentir, por nuestro trabajo.

Ing. Carlos Ruiz Fonseca, quien nos brindo su valioso tiempo como asesor estadístico y que permitió así culminar nuestro trabajo.

MV. Karla Ríos Reyes, quien nos sirvió de guía y orientación con su experiencia, en la realización de nuestro trabajo.

Lic. Manuel Díaz Fonseca, quien nos brindo su apoyo en la elaboración de la presentación de nuestro trabajo de tesis.

DMV. Manuel Aparicio, quien nos ayudó en el enriquecimiento de la interpretación estadística.

Un especial agradecimiento a:

Ing. Gilbert Valverde (Gerente General)

Ing. Gabriel Aguilar (Gerente de Producción)

Quines nos brindaron la oportunidad de realizar nuestro estudio, en las instalaciones de la Planta Incubadora PIPASA-Nicaragua.

También agradecemos, a todo el personal de PIPASA, gente amistosa y muy colaboradora que nos fue de gran ayuda para obtener nuestra información.

Ing. Meylin Valle (Gerente)

Lic. Carlos Guido.

Ing. Jairo Torres Tercero (Jefe De Mantenimiento)

Ing. Manuel Medal Zúniga

Asesores: Ing. Roger Duran Lugo (Jefe De Incubación)

Mv. Leonardo Rodríguez (Jefe De Nacedores)

Y especiales agradecimientos a: **Lic. M^a de los Ángeles Chávez**, **Lic. Norlan Espinoza G** e **Ing. Nelda Gutiérrez R**, por su amable apoyo en la logística del impreso, elaboración del abstract y la toma de coordenadas geográficas, respectivamente.

¡Gracias a todos por obsequiarnos su tiempo y buena voluntad...!

Br. Larry Farid Espinoza Gutiérrez
Br. Mayra del Socorro Matey Lechado

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Tiempo promedio de almacén del huevo del lote 218; PIPASA-Nicaragua, 2009.	28
2. Efecto del ángulo de volteo de los huevos durante la incubación.	31
3. Malas posiciones más comunes en el embrión de pollo.	36
4. Deformidades más comunes en el embrión de pollo.	38
5. Clasificación de la mortalidad embrionaria por categoría.	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ventana de nacimiento del lote 218, empresa PIPASA- Nicaragua; 2009.	18
2. Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad, PIPASA- Nicaragua; 2009	21
3. Relación de la Temperatura con posición de la bandeja (superior, media e inferior) del lote 218; PIPASA-Nicaragua.	22
4. Relación de la Humedad Relativa con la posición de la bandeja (superior media e inferior); lote 218 de la empresa PIPASA-Nicaragua.	24
5. Efecto de la edad de la reproductora, del lote 218, sobre el tiempo de incubación, PIPASA-Nicaragua; 2009.	26
6. Calidad del pollito nacido del lote 218 por posición; PIPASA- Nicaragua; 2009.	31
7. Embriopatías presentes en el lote 218, PIPASA-Nicaragua, 2009.	35
8. Mortalidad embrionaria del lote 218 por períodos, PIPASA-Nicaragua, 2009.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Mapa de ubicación de la Planta de incubación PIPASA-Nicaragua.	52
2. Identificación de las zonas dentro de la máquina incubadora.	53
3. Identificación de la posición de las bandejas en la incubadora	54
4. Formatos de inspecciones (1ra -6ta inspección).	55
5. Formatos para la séptima inspección.	56
6. Monitoreo de la temperatura y humedad relativa .	57
7. Hoja de control de calidad del huevo fértil.	58
8. Visor de control del volteo (<i>Galaxys</i>).	59
9. HOJA DE NECROPSIA.	60
10. Póster del desarrollo del embrión.	61
11. Gráfica de ideales de nacimientos según Cobb vantress (2008).	63
12.23 horas antes del saque idealmente el 25% de los pollitos han nacido.	64
13.13 horas antes del saque idealmente el 75% de los pollitos han nacido.	64
14. Día del saque el 100% de los pollitos han nacido.	65
15. Porcentaje de incubabilidad con respecto a las variaciones de temperatura (charolas superior, media e inferior).	65
16. Porcentaje de incubabilidad con respecto a variaciones en la humedad relativa (charolas superior, media e inferior).	66
17. Características del pollitos clase B.	67
18. Pollitos de desecho.	68
19. Embriopatías.	69
20. Fertilidad del huevo	70
21. Estructuras embrionarias por período de incubación	70
22. Sensor Synchro-Hatch	72
23. Máquinas de transferencia automática	72
24. Gráfico distribución de nacimiento	73

ANEXO	PÁGINA
25. Foto Selección del huevo fértil	74
26. Foto Etiquetado de las pruebas en la máquina incubadora.	74
27. Foto Colocación de las pruebas en las máquinas nacedoras.	75
28. Foto Monitoreo de la Ventana de nacimiento.	75
29. Foto Selección del pollito por calidad.	76
30. Foto Realización de la necropsia.	76

RESUMEN

Espinoza Gutiérrez, LF; Matey Lechado, MS. 2009. Evaluación de los factores del proceso de incubación que intervienen en la ventana de nacimiento de los pollitos en la Incubadora PIPASA- Nicaragua, en el periodo de Enero a Julio ,2009. Tesis MV. En el grado de licenciatura. Managua, NI Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA). 76 p.

Fueron evaluados los factores de exposición del huevo: temperatura, humedad relativa, volteo, tiempo de almacenamiento del huevo y edad de la reproductora, el efecto de las variaciones de estos factores sobre la calidad de los pollitos en el proceso de incubación, sobre la ventana de nacimiento de los pollitos, también se identificaron las principales muertes embrionarias (embriopatías) en la planta de Incubación PIPASA- Nicaragua. Se realizaron diecisiete experimentos durante: la recepción, selección, y encharolado, almacenamiento en frío, atemperado o precalentamiento, carga a la maquina incubadora, ovoscopia o miraje, toma de peso, transferencia a la maquina nacedora y selección de los pollitos por su calidad. Se identificaron tres zonas (Z1, Z2 y Z3) dentro de la máquina; se tomaron tres charolas (pruebas) con huevos en las posiciones de: superior, media e inferior; después de ser transferidas se elaboro un horario de inspección de nacimiento durante las 48 horas (43, 38, 33, 23, y 13) de incubación en la nacedora. Se midieron los factores ambientales (temperatura, humedad) con huevos sensores (datalogger) para monitorear las fluctuaciones de los mismos cada cinco minutos. Una vez sacado el pollito se clasifico según su calidad (A, B) y se realizo la necropsia a huevos no picados para identificar las muertes embrionarias. Mediante ANDEVA se determino el efecto ocasionado por la ubicación (posición y zona) en el proceso de incubación sobre las variables dependientes (pollos nacidos), observando que el inicio del nacimiento (33 h antes del saque) fue de 3.76 % para las bandejas superiores, 1,2% para las bandejas medias y 0.25% para las bandejas inferiores durante la IV inspección, posteriormente (23 h antes del saque) fue 55.54%, 36.62% y 18.67%, respectivamente; para la V inspección, a las 13 horas, fue de un 86.35%, 82.10% y 74.31% posición de bandejas (VI inspección). Durante la VII inspección, momento del saque, proyectaron un 88.82% para la posición superior, 87.91% posición media, 81.76% posición inferior. En lo referente al efecto de la zona se encontró que la zona 3 tuvo un valor significativo ($P < 0.001$) sobre el porcentaje de pollos nacidos de un 58% en comparación con la zona 1 y en la zona 2 que ambas obtuvieron 54%. Al evaluar la edad de la reproductora se observó que en reproductoras menores de 40 semanas de edad el tiempo de incubación fue mayor (497.5 horas); para lotes de 41 a 49 semanas de edad fue de 493 horas promedios y de 494 horas para los lotes mayores de 50 a 54 semanas. El volteo del huevo fértil no influyó sobre la ventana de nacimiento, puesto que este se realizaba de forma adecuada tanto en frecuencia, ángulo, eje y plano de rotación. Existe una relación directa entre la posición de la charola y la calidad del pollo, encontrando mayor calidad en las bandejas superiores con un 28.65% de pollos clase A con relación a las medias e inferiores de 24.40% y 23.18%, respectivamente. Las principales embriopatías encontradas en la necropsia corresponden a malas posiciones (38%), un 27% de huevos infértiles, 17% de embriones vivos, 5% de embriones con deformidades y 5% de huevos contaminados (huevo bomba) y la edad de mortalidad mas alta fue 18-21 días con un 30%.

Palabras Claves: tiempo de nacimiento, tiempo de incubación, muerte embrionaria, necropsia, lote, calidad.

ABSTRACT

Espinoza Gutiérrez, LF; Matey Lechado, MS, 2009. Evaluation of the factors involved in the incubation process on the hatch window of the chicks in the incubator PIPASA-Nicaragua from January to July, 2009. Thesis of D.M.V. In the Bachelor of Veterinary Science degree. Managua, NI. Facultad de Ciencias Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA). 76p.

They were evaluated the exposure factors of the egg: temperature, relative humidity, turning, egg's storage time and age of breeder, the effect of variations of these factors in the quality of chicks in the hatching process on the hatch window of chicks, besides it was identified the main embryonic deaths (embryopathy) in Pipasa-hatchery Nicaragua. Seventeen experiments were conducted during: the reception, selection and transport tray, cold storage, warm-up or temperate, load the machine hatchery; egg candling or mirage, weight measure, transfers to the hatchery machine and selection of chicks for its quality. There were identified three zones (Z1, Z2, and Z3) into the machine; it took three trays (tests) with eggs in different positions: higher, middle and lower, after the transfer was set up a schedule of hatch inspection during the 48 hours (43, 38, 33, 23 and 13) of incubation in the hatchery. There were measured environmental factors (temperature, humidity) with sensors eggs (data logger) to monitor the fluctuations of themselves every five minutes. Once, the hatching took place, chicks were classified according to their quality (A, B) and necropsy was performed in egg no perforated, in order to identify embryonic deaths. By ANOVA it was determinate the effect caused by the location (position and zone) in the incubation process on the dependent variables hatch, noting that the hatching (33 h before the chick was taken off) it was 3.76% for higher trays, 1.2% for the middle trays and 0.25% for the lower trays, during the IV inspection, subsequently (23 h before the chick was taken off) it was 55.54%, 36.62% and 18.67%, respectively, for the V inspection at 13 hours, was an 86.35%, 82.10% and 74.31% position trays (VI inspection). During the VII inspections, chicks pull time; it projected an 88.82% in the higher position, 87.91% middle position, 81.76% lower position. With regard to the effect of the zone we found in the Zone 3 had a significant value ($P < 0.001$) on the percentage of chicks pull for 58% in comparison with zone 1 and zone 2 which were both 54%. In assessing the breeder age it was noted that breeders under 40 weeks old, the incubation time was higher (497.5 hours) for flocks from 41 to 49 weeks of age was 493 average hours and 494 average hours for the higher flocks from 50 to 54 weeks. The turning of the fertile eggs did not influence the hatch window of chicks, since this was done properly in frequency, angle, axis and rotation plane. There is a direct relationship between the tray position and the chicken quality, finding higher quality in the higher trays with a 28.65% of chicken class A with respect to the middle and lower of 24.40% and 23.18% respectively. The main embryopathy found in the necropsy correspond to bad positions (38%), a 27% of infertile eggs, 17% of live embryos, 5% of embryos with deformities and 5% of contaminated eggs (egg bomb) and the highest mortality average age was 18-21 days with a 30%.

Keywords: Hatching time, time of incubation, embryonic death, necropsy and quality.

I. INTRODUCCION

La situación económica nacional, junto con los altos precios de los carburantes, de las materias primas y una recesión mundial a la vista, a conllevado a un encarecimiento de los alimentos; pero aun así la producción avícola de Nicaragua continúa creciendo; esto porque la población demanda cada vez más y más los productos y sub productos aviares con el fin de satisfacer sus necesidades alimenticias, cambiando de alguna manera su dieta y estableciéndolos como elementos esenciales de la canasta básica nicaragüense.

Esta tendencia se explica por dos motivos principales: primero porque el consumidor considera más saludable la carne blanca (pollo) que las carnes rojas (res y cerdo) y por otra parte, el factor económico; ya que según estadísticas del Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC, 2009) los precios de los productos avícolas en Nicaragua son los más bajos de la región; reflejándose así, el crecimiento sostenido en la producción de carne de pollo (Díaz, 2009).

Este crecimiento facilitó que la producción hasta agosto de 2008, según estimaciones del MAGFOR llegará a la cifra de 133,913 miles de libras de carne de pollo (debido a un incremento del 14% de las aves sacrificadas) y de 20,478 miles de docenas de huevo, correspondiente a 98% para huevos comestibles y un 2% para huevos fértiles, registrándose un incremento en la producción de huevo del 16% en comparación al 2007 (SIPMA- Estadísticas-MAGFOR, 2008).

La avicultura y particularmente los sectores de carne de pollo y huevo, generan un valor agregado que representa cerca del 2.6 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, y cerca del 30 por ciento del sector pecuario (comunicación personal)¹.

Según el IICA –EPAD (2003), El negocio avícola está constituido por cuatro grandes actividades:

1. Producción y comercialización de carne de pollo
2. Producción y comercialización de huevos
3. Incubación de huevos fértiles
4. Producción de alimentos concentrados.

La incubación de huevo fértil, se considera como uno de los eslabones más importante dentro de la cadena de producción avícola, gracias a esta actividad se obtienen los pollitos de reemplazos (ponedoras, reproductores ligeros y pesados) y la producción de pollitos de engorde que son los pilares fundamentales para la continuidad del rubro aviar. En Nicaragua, la incubación artificial, es una actividad relativamente joven lo cual se ve en sus 30 años de existencia comercial (IICA –EPAD, 2003).

¹ = Entrevista personal con Donald Tuckler: Secretario Ejecutivo- ANAPA

Indudablemente, el objetivo de una planta de incubación es la producción del mayor número de pollitos, de la mejor calidad posible y al menor costo posible (Valle, 2001 citado por Vásquez 2008), es por ello, que su eficiencia es medida en términos de **incubabilidad**, la cual indica: el número de pollitos de primera calidad producidos por un lote con cierto nivel de fertilidad (Cobb-Vantres, 2008).

La Incubabilidad esta influenciada por muchos factores; algunos de estos son responsabilidad de la granja de Reproducción y otros son responsabilidad de la Planta Incubadora. La actividad de apareamiento es un buen ejemplo de un factor influenciado por la granja de reproductoras; pues bien la incubadora no puede alterar este factor (Meijerhof, 2008).

La incubación artificial es un proceso muy delicado que requiere un perfecto control de las condiciones (factores) para lograr la producción de pollitos de alta calidad que garanticen un excelente desempeño en la granja de engorde, por esta razón la planta de incubación debe proporcionar a los embriones las condiciones ambientales adecuadas (humedad relativa, volteo, temperatura, etc.) para permitir que el embrión se desarrolle apropiadamente (Oviedo, 2006).

El uso de un proceso de incubación sub-óptimo da como resultado una pérdida de incubabilidad a causa de la mortalidad embrionaria por condiciones ambientales no óptimas. Si la incubación de huevos fértiles no es tan alta como debería ser, el costo de los pollitos no nacidos es un factor negativo para el beneficio final (Meijerhof, 2008).

Según Salazar (2009), para aumentar la probabilidad de producir aves saludables es importante mantener buenas prácticas de manejo en la incubadora. Una técnica de manejo es la medición de la ventana de nacimiento; su monitoreo se realiza con el objetivo de sincronizar correctamente el tiempo de incubación y sacado de los pollitos de las nacedoras (Cosecha puntual del pollito); Además informa las variaciones que se produzcan en este proceso (nacimiento), tomando en cuenta los diferentes factores (temperatura, humedad relativa, volteo, etc.) que están influenciando en la uniformidad del mismo.

Aunque existe un gran número de factores, en el presente trabajo se evaluarán únicamente aquellos factores del proceso de manejo de incubación que afectan la ventana de nacimiento de los pollitos de engorde en la Planta de Incubación PIPASA Nicaragua, debido a que se considera que éstos son los de mayor importancia y al mejorarlos se producen efectos notables en la productividad de las plantas de incubación; no obstante en la planta misma todos estos factores deben tratarse simultáneamente.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar los factores del proceso de incubación (temperatura, humedad relativa, volteo, edad de la reproductora y almacén del huevo) mediante el seguimiento y control de los registros de sus variaciones, estableciendo así, cuales de los mismos afectan la ventana de nacimiento de los pollitos en la empresa PIPASA-Nicaragua en el periodo Enero a Julio 2009.

2.2. Objetivos Específicos

1. Determinar cómo se presenta la ventana de nacimiento de los pollitos en la Planta Incubadora, mediante la aplicación de la metodología Cobb-Vantress, para conocer si el nacimiento es uniforme y sincronizado.
2. Establecer que variaciones de los factores del proceso incubación (humedad relativa, temperatura, edad de la reproductora, tiempo de almacén y volteo) están alterando la ventana de nacimiento y su efecto sobre la calidad del pollito de engorde.
3. Identificar mediante la técnica de necropsia del huevo fértil, las principales Embriopatías y señalar por medio de la Embriodiagnosias las cantidades de embriones muertos en los diferentes períodos de incubación (categorías).

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Ubicación y fecha de estudio

El estudio se realizó de enero a julio 2009 en las instalaciones de la Planta de Incubación: PIPASA- NICARAGUA, S.A., localizada en el municipio de Mateare, departamento de Managua; con las coordenadas geográficas 12°10'27.34" latitud norte y 86° 20'50.27" de longitud oeste. La planta se encuentra a una altura aproximada de 110.00 msnm (ver anexo 1).

El clima del municipio es cálido, se puede caracterizar como tropical de sabana, con una marcada estación seca de 4 a 6 meses de duración, confinada principalmente entre los meses de Noviembre a Abril de cada año. La temperatura promedio se encuentra entre los 28° y 28.5° C. en los meses frescos; la precipitación varía entre los 1,000 y 1,200 mm anual.

Linderos: PIPASA- NICARAGUA, S.A. limita al norte: Transacciones Rap, Sociedad Anónima; Sur: Carretera nueva a León; Este: Transacciones Rap, Sociedad Anónima; Oeste: Camino viejo a Xiloá de por medio Camas Lunas.

Para el estudio se desarrollaron todas las actividades de manejo del proceso de Incubación de los huevos fértiles.

3.2 Diseño Metodológico

3.2.2 Operaciones de manejo – Pre incubación

3.2.2.1 Recepción de huevo fértil – área cuarto Frío

El primer paso que se realizó en el proceso de incubación, fue la recepción de las cajas con huevo fértil de reproductoras pesadas de la línea Cobb 500 proveniente de las granjas localizadas en Puntarenas, Costa Rica; estas fueron descargadas meticulosamente del camión y puestas sobre polines plásticos, ordenándolas según su número.

El objetivo en este primer paso, según Begazo, H (2008) es preservar la cadena de frío de los huevo por lo que se realizó en el área de cuarto frío a temperatura entre 18-19°C de igual forma el Manual de Incubación – Broiler (2008), sostiene que la recepción de los huevos comprende una inspección general de la cantidad y calidad de los huevos suministrados por la granja.

3.2.2.2 Selección y Embandejado– área cuarto Frío

El huevo recibió una clasificación en base a criterios de calidad con el objetivo de eliminar huevo: quebrados, frágiles, deformes, sucios y también aquellos que no coincida el tamaño con la edad de las reproductoras, características que los hacen huevos no incubable (Duran y Rodríguez, 2009, Cobb Vantress, 2008, Vásquez 2008, Sanabria, 2006, Zaragoza, 2006, Quintana, 1999, Vaca, 1991).

Luego, los mismos fueron puestos en bandejas de 165 unidades cada una y colocados en los buggies o carritos (con capacidad para 16 bandejas), en esta actividad es necesario revisar que el extremo obtuso del huevo esté ubicado hacia abajo antes de que ingresen a la máquina incubadora (Cobb Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

3.2.2.3 Almacenamiento - área cuarto Frío

Una vez terminada la selección y los buggies rotulados de acuerdo al número de lote de las reproductoras, fecha de recolección del huevo y la máquina donde serán incubados (Plan de incubación) y dispuestos de tal manera que exista una separación de tres pulgadas o 7.62 centímetros entre ellos, se almacenaron hasta el momento de ser llevados a precalentarse (Cobb Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

Este tiempo de almacenamiento no debe de exceder los 6 días y se hace a temperaturas de 19-20 °C y humedad relativa de 71-80% (Duran y Rodríguez, 2009, Callejo, A. 2007, Sanabria, 2006, Zaragoza, 2006, Quintana, 1999, Vaca, 1991). Según Vásquez (2008) sí se desea almacenar por más tiempo, recomienda bajar la temperatura (1° por cada día adicional, aproximadamente) y aumentar la humedad relativa; sin embargo esto afectaría el porcentaje de nacimiento (incubabilidad).

3.2.2.4 Atemperado o Precalentamiento- Sala de atemperado

Antes de introducir los huevos en la máquina incubadora (carga) se procedió según Bustamante *et al.* (2009) y Cobb Vantress (2008) a someterlos a un período de aclimatación o precalentamiento de 8 a 10 horas con el objetivo de que los mismos adquieran la temperatura interna adecuada, iniciando el mismo a una temperatura de 20°C y finalizó al alcanzar 29° C (aproximadamente un ascenso de 1°C por hora).

De esta manera, se evitó el descenso de la temperatura en la máquina incubadora y de producir cambios bruscos de temperatura que afectaran la vida del embrión, así como la condensación sobre la cáscara y por consiguiente la susceptibilidad para el crecimiento de microorganismos patógenos (Duran y Rodríguez, 2009; Sanabria, 2006; Zaragoza, 2006; Martínez, 1999; Quintana, 1999; Vaca, 1991).

3.2.3 Operaciones de manejo –Área Incubación

3.2.3.1 Carga a máquina incubadora

Esta actividad se llevó a cabo, después del precalentamiento del huevo y como primer paso para iniciarla, se observó la *hoja de carga* donde se indica la máquina, número de lote, hora de carga y operario (Duran y Rodríguez ,2009).

Una carga está formada por 15,840 huevos distribuíos en tres Buggies, los cuales fueron trasladados uno a uno a la sala de incubación. La planta cuenta con 10 máquinas incubadoras de Carga Múltiple (con capacidad para incubar 95,040 huevos o seis cargas) con estanterías fijas por lo que se cargó (siguiendo, el patrón recomendado por Chick Master, 2006) bandeja a bandeja, ubicándolos en los espacios correspondientes identificados por colores.

3.2.3.2 Incubación

Una vez finalizada la carga, inició la etapa de incubación, aquí los embriones fueron sometidos a condiciones (temperatura de 37.5°C y humedad relativa de 53 %) que le permitieron salir de letargo y reiniciar su crecimiento celular; monitoreándose periódicamente en la pantalla de la máquina incubadora o usando el sistema computarizado de la planta (Galaxys) para conocer la eficiencia en base a los límites programados de estos factores y así llevar los registros correspondientes. Durante esta etapa los huevos tuvieron un volteo automatizado, cada 60 minutos, en un ángulo de 45° para evitar que el embrión se adhiriera a sus membranas y a la cáscara (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb-Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

3.2.3.3 Ovoscopia o Miraje

La revisión ovoscópica se efectuó según Plano (2005) y Ricaurte (2005) a los 10 días de iniciado el proceso de incubación; el objetivo fue eliminar los huevos claros (infértiles y con mortalidad embrionaria primaria) presente en las bandejas.

Esta operación se realizó con el ovoscopio: el cual es un instrumento que enfoca una luz brillante sobre uno de los lados del huevo, permitiendo ver a trasluz el interior del mismo por su lado opuesto (Sardá y Pavón, 2003).

3.2.3.4 Retiro de huevos explotados

Esta actividad se realizó transcurrido diecisiete días del proceso de incubación; se revisaron todas las charolas de la carga, una por una, buscando y retirando todo huevo explotado, supurado o huevos bomba (huevos contaminados); esto con el objetivo de evitar la contaminación de los huevos adyacentes y disminuir la carga bacteriana en interior de la máquina incubadora (Cobb Vantress ,2008; Ricaurte ,2005).

3.2.3.5 Toma de peso

Esta actividad se efectuó a los 18.5 días incubación, horas antes de iniciar la transferencia de los huevos a la máquina nacedora. Se realizó un muestreo de peso por lote y por máquina, esto con el objetivo de determinar la pérdida de humedad durante el proceso de incubación la cual no debe exceder en un 12% de peso líquido del huevo (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb Vantress, 2008).

Se realizaron las siguientes actividades:

- Preparación de los equipos necesarios (balde de desechos, papel toalla, atomizadores con desinfectantes).
- Activar el volteo de forma horizontal y en neutro.
- Confirmar el color, lote y charolas de muestras previamente marcadas.
- La charola de muestreo (peso) fue llevada fuera de la máquina incubadora para ser pesada en la balanza eléctrica.
- Anotar el peso respectivo, en la hoja de control de transferencia.
- Concluida la labor activar nuevamente el sistema de volteo de la máquina.

3.2.4 Transferencia - del área de Incubación a Nacedoras

Consistió en trasladar los huevos de la máquinas incubadoras hacia las máquinas nacedoras una vez transcurrido 18.5 días de incubación, este proceso es de mucha importancia y sumamente delicado, ya que el embrión se encuentra en una etapa crítica de su desarrollo.

Según Cobb-vantress (2008) se efectúa por dos razones

1. Los huevos se colocan sobre su costado facilitándole al polluelo movimiento fuera de la cáscara.
2. Durante el nacimiento se libera mucho plumón lo que contaminaría demasiado el ambiente de la máquina incubadora.

Para realizar la transferencia de huevos de las máquinas incubadoras a la nacedora se realizaron las actividades correspondientes.

- ✘ Se aseguro que la trasferencia se realizara de manera rápida y cuidadosa evitando exponer los huevos más de 15 minutos a temperatura ambiente.
- ✘ Que los huevos a transferir concordaran con los datos de la hoja de control del lote, máquina y color.
- ✘ se colocaron los huevos dentro del buggie respectivo; comenzando de la zona 3 (aislada de la puerta de la incubadora) terminando en la zona 1 luego se transfirió los buggie de incubación a la sala de nacedoras.
- ✘ Al terminar la transferencia del huevo se procedió a la limpieza y desinfección de la incubadora seguido de la automatización del volteo.
- ✘ En la sala de nacedoras se realizó la transferencia colocando la charola con huevos en la mesa y sobre esta una bandeja plástica dándole vuelta delicadamente para depositar los huevos en la bandeja luego se ubicaron una sobre otras en los carritos para ser ingresados en la máquina nacedora.
- ✘ En las nacedoras el embrión permaneció sus últimos 2.5 días de incubación y requirió de temperaturas más bajas (98.5°F o 36.94°C) que en la incubadora y una humedad cambiante (65 % hasta la eclosión, 80- 85 % durante la eclosión, 40 % tras la eclosión o secado del plumón).En esta el volteo ya no es necesario (Duran y Rodríguez, 2009; Sanabria, 2006; Zaragoza, 2006, Martínez, 1999; Quintana, 1999; Vaca, 1991).

3.2.5 Operaciones de manejo – Área Nacedores

3.2.5.1 Nacimientos de los pollitos y Procesamiento

Al final de la incubación; después de 21 días (504 horas) de haber sido cargado los huevos, nacieron los pollitos en las nacedoras. Los pollitos están listos para ser sacados de la máquina cuando la mayoría de ellos están secos o con algunos pocos (cerca del 5% al 10%) que todavía presentan humedad en el cuello (Salazar, 2009).

Los pollitos recién nacidos fueron trasladados a la sala de selección, que previamente estaba limpia, desinfectada y con los instrumentos de selección preparados (cajas de entregas, mesas, balde para desechos etc.).

Luego del saque, se procedió a seleccionar los pollitos en base a su aspecto, separándolos de sus desechos, clasificándolos en primera (pollito A) y segunda calidad (pollito B) y contándolos al pasarlos a las cajas de entrega de 100 unidades. Se revisó cada pollito nacido y se desechó aquellos que presentaban algún defecto o anomalía. El aspecto del pollito de clase A es saludable, ojos vivaces, plumón brillante, y metatarsos secos, redondeados y lustrosos, (Cobb vantage 2008, Pachón 2007). Se hicieron descartes por presentar: onfalitis (ombligo negro), deshidratación, el pico cruzado, falta de un ojo, por problemas de las patas, o cualquier otra anomalía. Para garantizar la efectividad del conteo se revisó el 5% de las cajas de cada lote.

Los huevos picados no nacidos (HPNN) fueron colocados en charolas junto a pollitos clase B y enviado a recuperación la cual que consiste en proporcionar horas extra de incubación.

Además durante esta actividad se realizó **el pesaje**; seleccionando cien pollos de cada lote (de las bandejas previamente marcadas para darle continuidad a la pérdida de humedad del huevo). El peso del pollito es normalmente 66-68% del peso del huevo (Quintana; 2005)

Los huevos no picados, pollos de desechos y cáscaras se depositaron en barriles y luego fueron trasladados al Rendering.

Una vez terminada la selección los pollitos fueron llevados al cuarto de despacho esta área les brinda confort con temperatura de 21°C a 24°C y una humedad de 70% (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb_Vantress 2008, Vaca, 1991) son colocados en columnas de 15 bandejas para facilitar la ventilación; el pollito permanece cerca de 10 horas hasta el momento de su envío a las granjas de engorde.

3.2.6 Manejo del ensayo

Para el estudio se evaluó el segundo nacimiento de la semana de los días jueves; eligiéndose los huevos del lote de reproductora 218 a partir de las 38 semanas de edad hasta las 54 semanas; obteniendo un total 17 repeticiones. En cada ensayo se monitoreó la temperatura y humedad durante el proceso de incubación, se especificó el tiempo de almacén y se realizaron necropsias en cada nacimiento.

3.2.6.1 Medición de la Ventana de Nacimiento

1. Se empleó como referencia la metodología de Cobb Vantres-2008, el cual monitorea las últimas 48 horas de incubación antes del saque de los pollitos de la máquina nacedora.
2. Se verifica el color determinado para el lote estudiado, al cual se le dio seguimiento en todo el proceso de incubación.
3. Dentro de la máquina Incubadora se identificaron tres zonas (ver anexo 2).

Zona 1: La cual era la zona más próxima a la puerta de la incubadora.

Zona 2: La cual era la zona intermedia de la incubadora.

Zona 3: La cual era la zona del fondo de la máquina.

4. Luego se tomaron tres charolas con huevos fértiles (pruebas) por cada zona, para un total de nueve, en las posiciones: Superior, Medio e Inferior etiquetándolas con estos datos (ver anexo 3).
5. Al realizar la trasferencia (18.5 días) a las máquinas nacedoras las nueve pruebas fueron enviadas juntas en el último buggie.
6. En la máquina nacedora, previamente, se etiquetaron nueve bandejas con los mismos datos de zona y posición; donde se colocaron las pruebas y se ubicaron en frente, para facilitar el manejo del proceso cuando se realizaban las inspecciones y así no interferir con el nacimiento de los otros pollitos.
7. Para investigar cómo los pollitos estaban naciendo después de que los huevos fueron transferidos a la máquina nacedora una vez cumplidos los 19 días de incubación, se procedió a formular el **Horario de Inspecciones recomendado por Cobb 2008**, comenzando con un conteo regresivo de las últimas 48 horas (aproximadas) antes del saque de los pollitos de la maquina nacedora, ejemplo:

I Inspección - - - - - 48 horas antes de sacarlos de la nacedora
II Inspección - - - - - -43 horas
III Inspección - - - - - 38 horas
IV Inspección - - - - - 33 horas
V Inspección- - - - - 23 horas
VI Inspección- - - - - -13 horas
VII Inspección- - - - - -Día de sacarlos de la nacedora

8. Antes de realizar cada una de las inspecciones, se aseguró de contar con una mesa y un área de trabajo cerca de la nacedora; así como el formato inspecciones (ver anexo 4).
9. Se anotaba el número de pollitos nacidos por inspección y se regresaban las bandejas a la máquina lo más pronto posible.

10. Al saque de los pollitos de la nacedora, se realizó la última inspección (séptima), en la cual se evaluó la calidad del pollito por medio de la selección y se anotaron los datos en la hoja de campo para la séptima inspección (ver anexo 5). Lográndose conocer el número de:

Pollito A

Pollos B

Pollitos recupere

Pollo de descarte o desecho

Huevos picados

Muestras para necropsia.

11. Para conocer sí la ventana de nacimiento se adelantó o atrasó, se tomó como referencia los datos encontrados por Cobb-Vantress (2008); donde señala los porcentajes ideales de pollos nacidos por cada inspección:

48 a 33 horas antes de sacarlos

Idealmente ningún pollito ha nacido.

23 horas antes de sacarlos

25% de los pollitos han nacido

13 horas antes de sacarlos

75% de los pollitos han nacido.

Día que van a sacarlos

100% de los pollitos que van a nacer han nacido, los pollitos deben estar secos y listos para ser procesados.

3.2.6.2 Monitoreo de Temperatura y Humedad

Para monitorear la temperatura (medida en °C) y la humedad (medida en % relativos) dentro de la máquina incubadora se colocaron data loggers (huevos sensores) en las bandejas de pruebas, durante todo el periodo de incubación (ver anexo 6). El data logger es un dispositivo electrónico que permitió registrar mediciones ordenadas en el tiempo, provenientes de los sensores específicos (hidrómetro y termómetro); luego cada medición es almacenada en una memoria, junto con su respectiva fecha y hora.

Para leer los datos se dispuso de un software de aplicación específico llamado tiny tag explorer.

3.2.6.3 Edad de la reproductora y Almacén

Para obtener estos datos se tuvo acceso a la hoja de control de calidad del huevo fértil (ver anexo 7) enviada desde la granja de reproductoras en Puntarenas, Costa Rica; en donde se pudo observar los días de almacén y la edad exacta (en semanas) de las reproductoras del lote estudiado.

3.2.6.3 Volteo

La planta de incubación cuenta con máquinas incubadoras automatizadas y programadas para realizar el volteo de forma periódica; siendo monitoreado por el sistema de control y escaneo *Galaxys* logrando observarse su funcionamiento en la pantalla de lectura (ver anexo 8).

3.2.6.4 Identificación de las muertes embrionarias

Para identificar las embriopatías se efectuaron necropsias y embriodiagnosias: tomándose los huevos no picados de las pruebas, en la última inspección, colocándolos en la bandeja de chick master, detallando la zona de la máquina donde fueron incubados y el total de huevos a evaluar. Luego se llevaron a la sala de necropsia y aquí se les realizó el examen mediante la observación comparativa del embrión muerto con las fotografías de embriones, impresa en un póster (Mauldin y Buhr; 1991 citado por Saint; 2002); puntualización de la embriopatía encontrada y categorización de la etapa en la que ocurrió la muerte (edad del embrión).

La técnica de necropsia utilizada es la que realiza la planta de incubación:

1. Se abrió con una pinza de disección el polo ancho del huevo (sobre la cámara de aire)
2. Luego se hizo una apertura lateral con el fin de determinar la mala posición.
3. Se examinó las membranas testáceas y luego se retiraron (para determinar adherencias).
4. Se examinó el color, tamaño y localización de albumen, yema, y alantoides.
5. Se examinó la membrana corioalantoidea (CAM).
6. Se agranda el agujero rompiendo los bordes de la cáscara con pinzas.
7. Puntos observados:
 - Cámara de aire.
 - Posición del embrión dentro del huevo.
 - Anomalías anatómicas.
 - Anomalías en la clara (albumen).
8. Se observaron las anomalías de posición del embrión en el huevo: Posición de miembros, cabeza, cuello y pico en relación con el cuerpo.
9. En un huevo aparentemente infértil o con un embrión pequeño: Se vertió el contenido en un recipiente estéril (plato Petric) en busca del blastodisco o blastodermo.
10. Se anotaron las embriopatías encontradas en la hoja de formato para necropsias (ver anexo 9)

11. Para conocer en qué momento se interrumpió la incubación (determinar la edad del embrión) se comparó los embriones muertos obtenidos de los huevos no incubados con las estructuras observadas en el póster: desarrollo del embrión (ver anexo 10).

4.3 Variables Evaluadas

a) Porcentaje de incubabilidad: es el porcentaje de pollitos que han eclosionado a las diferentes horas de inspección. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pollitos Nacidos} = \text{Cantidad de pollos nacidos en Z inspección} \div \text{N}^\circ \text{ de huevos cargados en la charola} * 100$$

Donde Z es el número de inspección correspondiente a la hora.

b) Porcentaje de pollitos A: Indica el porcentaje de pollitos clasificados como clase “A” nacidos en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos A} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados como categoría A} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

c) Porcentaje Pollito B: Indica el porcentaje de pollitos clasificados como categoría “B” nacidos en las pruebas. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos B} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados como categoría B} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

d) Porcentaje Pollito recuperación: Indica el porcentaje de pollitos enviados a Recuperación que hubieron en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos Rec} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados para Recuperación} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

e) Porcentaje Pollito Desecho = Indica el porcentaje de pollitos de desecho (pollito de descarte) que nacieron en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos DES.} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados para Desecho} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

g) Porcentaje de huevo picado = Indica el porcentaje de huevos picados con pollo vivo, pero no eclosionados que hubo en la prueba y enviados a recuperación. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos Hue P} = \text{N}^\circ \text{ de huevos picados} \div \text{N}^\circ \text{ de huevos cargados} * 100$$

h) Mortalidad embrionaria: Por medio de las necropsias y embriodiagnosis se obtuvieron las siguientes variables

Variable	Descripción	Fórmula
N° de embriones con: Mala Posición	Indica el número total de embriones muertos por mala posición, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} p \text{ mala pos} = \Sigma$ embriones muertos por Mp en la necropsia.
N° de embriones con: Cerebro expuesto	Indica el número total de embriones muertos por tener el cerebro expuesto, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} C \text{ ex} = \Sigma$ embriones muertos por cerebro expuesto en la necropsia
N° de embriones con: Deformidades	Indica el número total de embriones muertos por tener deformidad, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} \text{ Def} = \Sigma$ embriones muertos por deformidad expuesto en la necropsia
N° Huevo Infértil	Indica el número total huevos no fecundados(sin embriones), obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ Inf} = \Sigma$ huevos infértiles(sin embriones)

Variable	Descripción	Fórmula
Muerte a: 0-4 días	Indica el número total de embriones muertos a los 0-4 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 0-4 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 0-4 \text{ días}$
Muerte a: 5-10 días	Indica el número total de embriones muertos a los 5-10 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 5-10 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 5-10 \text{ días}$
Muerte a: 11-17 días	Indica el número total de embriones muertos a los 11-17 días de incubado , que se obtuvo en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 11-14 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 11-14 \text{ días}$
Muerte a: 18-21 días	Indica el número total de embriones muertos a los 18-21 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 18-21 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 18-21 \text{ días}$
N° de embriones vivos:	Indica el número total de pollitos vivos en huevos sin eclosionar.	$N^{\circ} \text{ vivo} = \Sigma \text{ embriones vivos en huevos sin eclosionar.}$
N° de huevos Contaminados	Indica la cantidad de huevos contaminados	$N^{\circ} \text{ h cont.} = \Sigma \text{ huevos contaminados.}$

h) Edad de la reproductora

Se utilizó como fuente de información la hoja de control de calidad de huevo fértil enviada desde la granja de reproductora ubicada en Puntarenas Costa Rica.

Edad de la reproductora = x semanas

Donde x es el número de la edad de la reproductora.

i) Almacén del huevo

Se utilizó como fuente de información la hoja de control de calidad de huevo fértil enviada desde la granja de reproductora ubicada en Puntarenas Costa Rica.

Almacén del huevo = x días.

Donde x es el tiempo que el huevo tiene de almacenado.

j) Temperatura y Humedad

Para monitorear la temperatura y humedad, dentro de la máquina incubadora, se utilizaron los huevos sensores de humedad y temperatura colocados en las pruebas.

También se tuvo acceso al programa de monitoreo automatizado, GalaxyS con el cual la empresa cuenta, donde se pudo observar el comportamiento de la humedad y temperatura durante todo el proceso de incubación.

Estos factores se midieron en: Temperatura = °C y Humedad = % relativos

3.5 Análisis estadístico

Se utilizó estadística inferencial y las bases de datos se estructuraron en hoja electrónica Excel.

Para el análisis del % incubabilidad a nivel interno de la máquina incubadora se realizaron análisis de varianza, usando el SAS 9.1, con el objeto de determinar el efecto (Zona y Posición de las bandejas), que influyen en las variable dependiente Incubabilidad, utilizando modelos Mixtos, según como lo expresa Little *et al* (2000) citado por Mangeaud y Videla (2005), para ensayos biológicos.

Los modelos empleados para el análisis de los datos fueron los modelos mixtos, los cuales mediante la incorporación de uno o más factores con efectos aleatorios transforma a estos modelos en Modelos Lineales Mixtos, estos modelos son empleados en análisis de datos biológicos según lo expresa Piepho y Ogutu (2002) citados por Mangeaud y Videla (2005).

Littel *et al* (2006) citados por Mangeaud y Videla (2005), definen estos modelos mediante las siguientes ecuaciones:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = es el efecto de cada una de las variables dependientes (incubabilidad)

α_i = es el efecto de la i -ésima zona

β_j = es el efecto de la j -ésima posición

λ_k = es el efecto de la k – ésima inspección

ε_{ijk} = representa el error experimental

Además se realizó el análisis de medias según **Duncan**, para la variable incubabilidad según zona y posición.

Posteriormente se realizaron Análisis de Regresión y Correlación entre las variables dependientes, humedad relativa y temperatura y las independientes: posición de la bandeja e incubabilidad con el objeto de conocer el grado de relación entre ellas (De Mendiburu ,2008).

Tomando como referencia a Escudero (2008) quien define que: El análisis de regresión consiste en emplear métodos que permitan determinar la mejor relación entre dos o más variables concomitantes (relacionadas) y el análisis de correlación estudia el grado de asociación de dos o más variables mediante una ecuación matemática (modelo matemático para estimar el valor de una variable) se utilizaron modelos no lineales tipo:

$$y = f(x, \theta) + \varepsilon$$

Donde

Y: Variable respuesta o dependiente (temperatura, humedad)

x_i : La i -ésima variable independiente (posición, incubabilidad)

θ_j : El j -ésimo parámetro desconocido en la función ($j=1,\dots,m$)

f: función no lineal

ε = representa el error experimental

Según Salvador (2008), el ajuste de curvas es un proceso mediante el cual, dado un conjunto de N pares de puntos $\{x_i, y_i\}$ (siendo x la variable independiente e y la dependiente), se determina una función matemática $f(x)$ de tal manera que la suma de los cuadrados de la diferencia entre la imagen real y la correspondiente obtenida mediante la función ajustada en cada punto sea mínima.

Para determinar las curvas de mejor ajustes, se utilizó el programa CurveExpert 1.3, facilitados por el Centro Internacional de la Papa (Perú). El objeto de estos análisis correspondió a que los datos biológicos comúnmente no presentan comportamiento lineal (Burguillo, 2004; Córdova *et al*, 2000).

Además se realizaron análisis de Distribuciones de Frecuencias Relativas entre las variables dependientes e independientes, relacionadas con la calidad del pollo nacido (A, B desecho, etc.) y mortalidad embrionaria según el SAS 9.1 con el objetivo de conocer el número existente en cada clase. Concordando con Cabrera (2008) quien define a la frecuencia relativa de una clase es la frecuencia de clase dividida por el total de frecuencias de todas las clases y se expresa generalmente como porcentaje.

Distribución de frecuencias es como se denomina en estadística a la agrupación de datos en categorías mutuamente excluyentes que indican el número de observaciones en cada categoría.

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

f_i es la frecuencia relativa

N = tamaño de la muestra

$p_i = f_i \cdot 100\%$ La frecuencia relativa resulta de multiplicar la frecuencia relativa por 100. La denotaremos por p_i

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Ventana de nacimiento

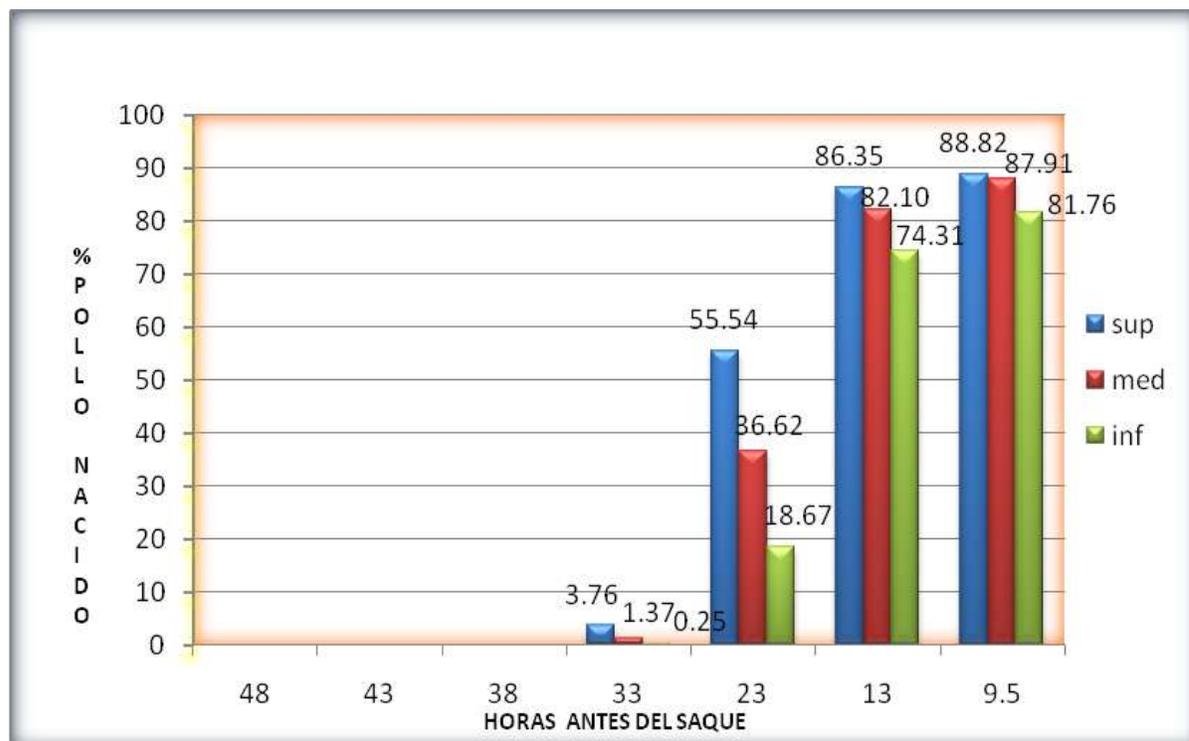


Figura 1. Ventana de nacimiento del lote 218, PIPASA- Nicaragua; 2009

Para analizar los cambios o variaciones de la ventana de nacimiento debemos conocer el significado de este concepto:

Padrón *et al* (2005) define: como el número de horas comprendidas entre el nacimiento de los primeros y los últimos pollitos.

Tweed (2008) indica que es una investigación para verificar el número de pollitos nacidos después de que los huevos son transferidos de la máquina incubadora a la nacedora.

Salazar (2009) considera que es el período de tiempo durante el cual la mayoría de los pollitos en las bandejas ha eclosionado.

La ventana de nacimiento del lote 218 en la empresa PIPASA-Nicaragua tuvo un tiempo total de 23.5 horas, comenzando la eclosión de los pollitos a las 33 horas antes del saque, correspondiente a la cuarta inspección, indicando que se presentó un adelanto en el nacimiento comparado con los datos obtenidos por Cobb-Vantress (2008) donde indica que el porcentaje ideal de nacimientos por inspecciones varia (Ver anexo 11).

Según Cobb-Vantress (2008) a la cuarta inspección (33 horas antes del saque) idealmente ningún pollito ha nacido. Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que durante esta inspección nacieron 3.76 % de pollitos en las bandejas superiores, 1.37% en las bandejas medias y 0.25% en la inferiores.

A la quinta inspección (23 horas antes del saque) según Cobb-Vantress (2008) debe nacer el 25% de los pollitos (ver anexo 12); se demostró que en las bandejas superiores nació el 55.54% de pollitos, en las bandejas medias 36.62% y 18.67% en la bandejas inferiores a esta inspección; observándose un adelanto del nacimiento en las bandejas superiores contrario a la bandejas inferiores las cuales mostraron un atraso en el nacimiento.

A la sexta inspección, correspondiente a las 13 horas antes del saque, los mismos autores señalan que idealmente debe haber nacido el 75 % de los pollitos (ver anexo 13); en el estudio las bandejas superiores alcanzaron el 86.35% de pollo nacidos, las bandejas medias 82.10% y en las inferiores 74.31%.

En la séptima y última inspección (momento del saque) debe haber nacido el 100% (ver anexo 14) en la investigación se observó que el 88.82% de pollitos nacieron en las bandejas superiores, 87.91% en las medias y 81.76% en las bandejas inferiores.

Padrón *et al.* (2005), indican que el adelanto o retraso del nacimiento de los pollitos reduce el potencial de crecimiento durante la primera semana que aquellos que nacen durante el periodo pico (490 horas). Cobb-vantres (2008) y Salazar (2008) observaron que los nacimientos muy temprano ocasionan pollitos más susceptibles a problemas como deshidratación; la deshidratación a esta edad puede llevar a un incremento de la mortalidad acumulada entre los siete y catorce días de edad y a un pobre desempeño en la granja de engorde.

Si los pollitos están naciendo muy tarde el resultado puede ser baja incubabilidad, problemas en la calidad del pollito, aumento de pollitos muertos al picar y embriones vivos en huevos no picados (Salazar, Van de Ven (2008) y Padrón *et al.* (2005).

Cobb-Vantress (2008); Chik Master (2007); Padrón *et al.* (2005) y Plano (2005) mencionan los factores causantes de nacimientos tempranos:

- ▶ Período extendido de pre-calentamiento
- ▶ Incubación temprana de los huevos
- ▶ Temperaturas incorrectas en las máquinas incubadoras y nacedoras
- ▶ Áreas calientes dentro de las máquinas incubadoras y nacedoras
- ▶ Ventilación incorrecta
- ▶ Cambios de temperatura relacionados a estaciones
- ▶ Número excesivo de huevos fértiles en la máquina nacedora
- ▶ Sistema de ventilación incorrecta en la sala (presión positiva alta o presión negativa baja).

Y consideran que los factores que ocasionan nacimientos tardíos son:

- ▶ Incubación tardía de los huevos
- ▶ Temperaturas incorrectas de las máquinas incubadoras y nacedoras
- ▶ Ventilación incorrecta
- ▶ Cambios de temperatura relacionados a estaciones
- ▶ Huevos almacenados por mucho tiempo
- ▶ Huevos almacenados a temperaturas demasiada bajas
- ▶ Patrón incorrecto de incubación en una máquina Multi-etapa.

Además se encontró una desuniformidad en los nacimientos con relación a la posición de las bandejas, iniciando de forma más temprana los nacimientos en las bandejas superiores, seguidas de la media e inferior contrario a los estudios realizados por Cobb-vantress (2008) donde demuestra un nacimiento uniforme para todas las bandejas en cada inspección (ver anexo 11).

Los pollitos de las bandejas superiores al nacer más temprano están expuestos a la deshidratación y a perder peso, ocasionando una des-uniformidad dentro del lote ya que los pollitos de las bandejas inferiores pierden menos peso por su nacimiento tardío y no logran estar listos a la hora del saque provocando bajas en su calidad (Boerjan ,2005; Padrón *et al.*2005).

Boerjan (2005) señala que la combinación de vitalidad y uniformidad en un lote de pollitos, de un día, es prerequisite para que en conjunto con un óptimo manejo en la granja se logren las menores tasas de conversión de alimento posibles. De igual manera Van de ven (2008) deduce que la uniformidad de los pollitos de un día es una prioridad, ya que no solamente mejoran las tasas de crecimiento, sino que también disminuyen las pérdidas por mortalidad natural y matanza selectiva.

Van de ven (2008) menciona que la variación en el peso de los pollitos y por lo tanto la uniformidad en el momento de la colocación en granjas está influenciado por su peso al momento del nacimiento y la cantidad de tiempo que permanecen en la incubadora; pollitos que tienen que esperar en la incubadora por largos períodos de tiempo se deshidratan y pierden peso.

Van de ven (2008) señala que la duración del nacimiento dentro de un lote de pollitos en una incubadora causa variación en el tiempo en que los pollitos disponen de alimentos por primera vez; la demora de éste causa un efecto negativo sobre el peso corporal al momento del sacrificio, observándose que los pollitos que salieron antes del huevo mostraron diferentes tasas de crecimiento a los que nacieron después.

4.2 Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad

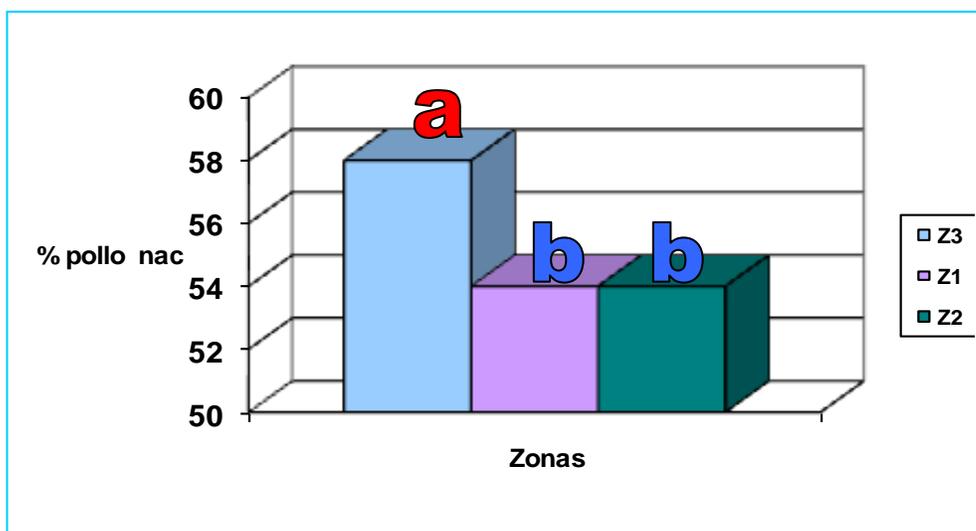


Figura 2. Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad, PIPASA-Nicaragua; 2009

El porcentaje promedio de los pollitos nacidos por zona fue de un 58 % para zona tres (Z 3), siendo un valor significativo ($P < 0.001$) en comparación con los obtenidos en la zona uno (Z 1) y zona dos (Z 2) que fueron de cincuenta y cuatro por ciento.

Esto se explica debido a la posición ventajosa con la que cuenta la zona tres (Z 3), al estar ubicada en un área más alejada de la puerta de la incubadora lo cual la exime de la corrientes de aire frío provenientes de la sala de incubación; que ingresan a la máquina cada vez que se necesita entrar para realizar cualquiera de las actividades de manejo (ovoscopia, carga, mantenimiento, limpieza, etc.), siendo así la zona más estable en comparación a las zonas frontales (Chick Master; 2007).

La corriente de aire frío ingresa, por un efecto de presión diferencial entre la sala de incubación (presión positiva) y el interior de la máquina; ya que los ductos de salidas de aire montados en el techo de la incubadora y que expulsan el aire viciado y exceso de calor al exterior, le confiere una presión negativa al interior; permitiendo la entrada de la masa de aire frío ocasionando fluctuaciones en la temperatura (Chick Master; 2007).

Coincidiendo de esta manera con Padrón *et al.* (2005) quienes afirman que las fluctuaciones momentáneas de la temperatura afectan la tasa de desarrollo embrionario, ocasionando un deceso en los nacimientos (incubabilidad).

4.3 Temperatura

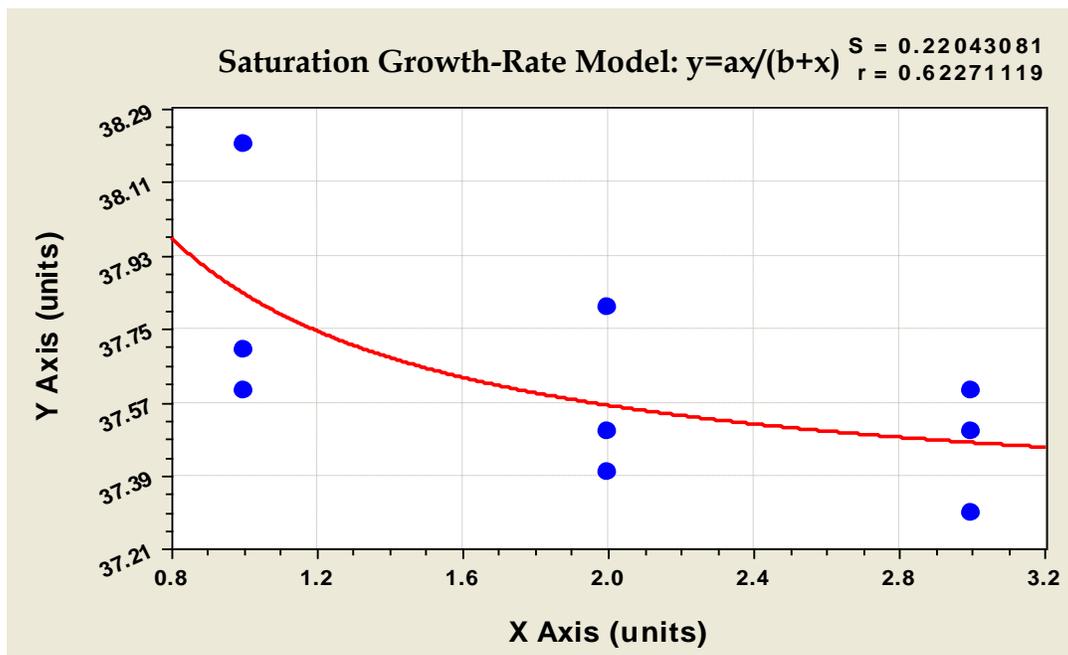


Figura 3. Relación de la Temperatura con la posición de la bandeja (superior, media e inferior) del lote 218; PIPASA-Nicaragua

Los huevos de las bandejas ubicadas en la parte superior de la máquina incubadora muestran temperaturas que oscilan en 37.6°C a 38.2°C, las oscilaciones de temperatura para los huevos en bandejas ubicadas en la parte media son de 37.4°C a 37.8°C, en los huevos de bandejas ubicadas en la parte inferior predominan temperaturas bajas entre 37.3°C a 37.6°C.

La temperatura determinada en la empresa PIPASA- Nicaragua es de 37.5°C (99.5°F) para la máquinas incubadora en todo el proceso de incubación, el cual es medido por el programa de monitoreo *Galaxys*, en el estudio realizado se observó que los huevos de las bandejas superiores presentan temperaturas por encima de la optima mientras que los huevos de las charolas medias e inferiores presentan oscilaciones en la temperatura por debajo de la óptima.

El estudio efectuado comprobó también que estas variaciones de temperatura afectaron el porcentaje de incubabilidad del lote 218 de la empresa PIPASA-Nicaragua (ver anexo15).

Las variaciones de temperatura que presentan los huevos de las bandejas (superior, media e inferior) en la máquina incubadora es atribuido al efecto del flujo de aire en estas posiciones ya que por el efecto físico del mismo y la estructura en la máquina éste retorna más rápido a la parte superior de la misma, provocando una mayor transferencia del calor hacia los huevos de las bandejas superiores , mientras que en los huevos de las bandejas medias e inferiores el flujo de aire es menor ocasionando baja transferencia de calor manteniéndolos más fríos (Padrón *et al.* 2005;Mc Quoid,1999).

Según Van de ven (2008) y Meijerhof, (2003), señalan que el calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos, mencionando también la importancia de la velocidad del aire ya que a una velocidad alta del aire dará una alta transferencia de calor; una baja velocidad del aire dará una baja transferencia de calor. Esto significa que cuando hay una diferencia en temperatura entre el huevo y el aire, el valor de la velocidad del aire determinará la temperatura embrionaria en un momento determinado.

Ricaurte (2005), indica que mediante la circulación del aire en el interior del gabinete de incubación, llega a los huevos el calor y la humedad necesaria. El aire refresca el medio que rodea los huevos, en algunos casos y en otros contribuye a calentarlo. En cuanto a la velocidad de la corriente de aire, ésta debe ser la apropiada para proveer una temperatura uniforme a toda la incubadora, a fin de que el porcentaje de nacimientos sea uniforme en todas las secciones de la máquina.

Padrón *et al.* (2005), observó el efecto que tiene la ventilación y el flujo de aire dentro de una máquina con cargas múltiples sobre la variación de temperaturas embrionarias. Esta variación de temperatura se manifiesta entre otras cosas en los tiempos de incubación y nacimiento. Las bandejas localizadas en la parte baja de la máquina, tienden a ser más frías y a nacer más tarde que las bandejas localizadas en la parte superior que tienden a ser más calientes y a nacer más rápido, así mismo sugiere, que la variación de la temperatura de incubación, no debe desviarse más de 0.3°C de la temperatura óptima, existiendo una mayor tolerancia por parte de los embriones por abajo que por arriba de lo óptimo.

Vásquez (2008), señala que las incubadoras presentan variaciones de temperatura por zonas, según su sistema de ventilación, las áreas donde la velocidad del aire es menor la temperatura tiende a ser más alta, lo importante es conocer que áreas de la incubadora presentan las temperaturas más elevadas para prevenir el sobrecalentamiento de los huevos.

Boerjan (2008), señala que una variación de 0.5° C por encima de los 37.5° C causará un adelanto de los nacimientos aproximadamente de 24 horas una variación de 0.5° C, por debajo de los 37.5° C causará una demora en el nacimiento.

Wineland y Oviedo (2006), indican que las temperaturas elevadas durante los últimos 4 días de incubación tienen efectos adversos sobre el crecimiento del embrión y el desarrollo del tracto gastrointestinal. Las elevadas temperaturas reducen la masa de los tejidos y la actividad enzimática.

Bustamante *et al.* (2009) y Ricaurte (2005) observaron que al comienzo de la incubación, los embriones no están preparados funcionalmente (ni orgánicamente) para emitir calor; por esta razón, reaccionan como los organismos de sangre fría, es decir, cuando la temperatura del aire se eleva, aumenta el metabolismo de los embriones. Si la temperatura disminuye, el metabolismo decrece igualmente.

Por tanto, el aumento de la temperatura favorece la multiplicación celular, la formación de las capas y las membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y saco vitelino), así como la nutrición. En resumen, se incrementa el ritmo de crecimiento y desarrollo de los embriones (Fasenko, 2008, Del Pino, 2000).

Van de ven (2008), concluyó que la temperatura de incubación influye en la tasa de desarrollo embrionario y crucialmente hace falta una temperatura homogénea dentro de la incubadora para alcanzar la menor variabilidad de la eclosión. Esto significa que las incubadoras deben estar diseñadas de tal manera que proporcionen condiciones de incubación uniformes para mantener un desarrollo embrionario igual y sincronizado para cada huevo dentro de la máquina.

El mantener el patrón natural de temperaturas del embrión y de la cáscara durante cada fase del desarrollo embrionario significa que las condiciones óptimas varían durante el proceso de incubación. Por consiguiente, las condiciones óptimas para una incubación uniforme sólo se pueden lograr con una incubadora de etapa única (Salazar, 2009; Petersems News, 2008; Mc Quoid, 1999).

Boerjan (2005), observó que si la distribución de la temperatura no alcanza los requerimientos de cada huevo en particular, y por lo tanto de cada embrión individual colocado en la incubadora, los embriones crecerán a distintas tasas de crecimiento, resultando en un largo período de nacimiento.

4.4 Humedad Relativa

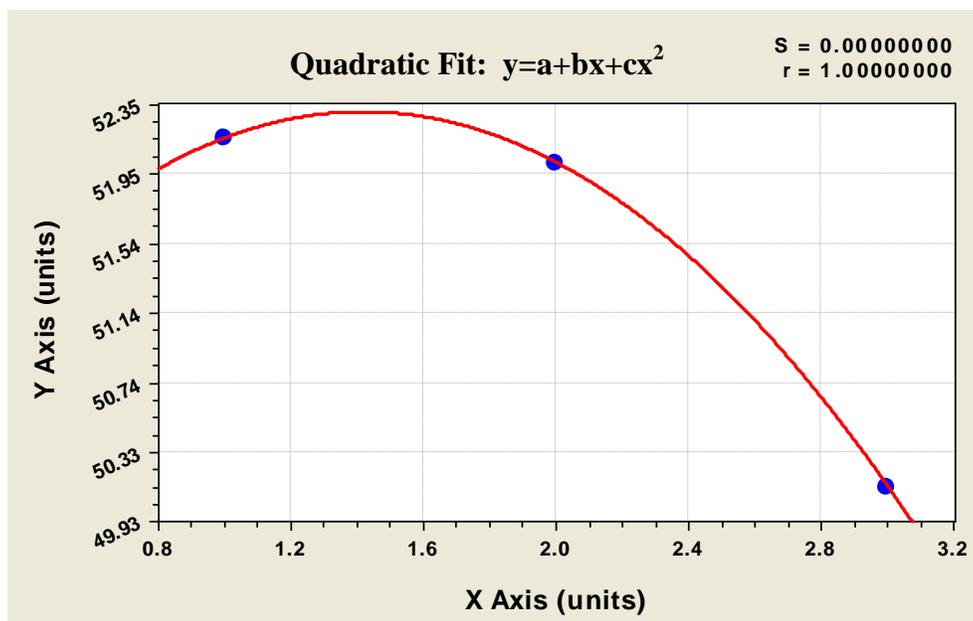


Figura 4. Relación de la Humedad Relativa con la posición de la bandeja (superior media e inferior) lote 218; PIPASA-Nicaragua

Los huevos en las bandejas ubicadas en la parte superior de la máquina incubadora mostraron una humedad relativa de 52.15 %, las bandejas ubicadas en la parte media presentaron una humedad de 52.01 y en las bandejas inferiores es de 50.13%.

La humedad relativa estipulada en la empresa PIPASA- Nicaragua es de 53.07% (84.5°F en bulbo seco) el estudio determinó que existen variaciones de la misma en las diferentes posiciones (superior, media e inferior) el cual se encuentran por debajo de lo óptimo sin embargo son las charolas medias e inferiores que presentan humedades más bajas.

El estudio realizado comprobó que estas variaciones en la humedad relativa disminuyen el porcentaje de incubabilidad (ver anexo 16).

Quintana (1999) menciona la importancia que tiene el correcto manejo de la humedad en la máquina incubadora para el desarrollo del embrión ya que si la humedad es muy alta, el embrión no se oxigena lo suficiente, lo que producirá asfixia, o bien intoxicación al no poder eliminar el dióxido de carbono, tampoco el huevo podrá eliminar humedad de su interior y muchos pollitos al nacer se notaran esponjosos, con el abdomen abultado y grande. Altas humedades retardan el nacimiento y reducen el numero de pollitos producidos, los cuales tendrán aspecto poco vivaz y como adormecidos.

Sí la humedad de la máquina es baja, el huevo perderá mucha agua se deshidratará, los pollitos que nazcan serán más pequeños, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje. La baja humedad ,principalmente en la máquina nacedora, causa también la muerte de muchos pollitos dentro del cascarón o una alta incidencia de los que picaron el cascarón y no nacieron, los que logran nacer, serán débiles y tendrán problemas de alta mortalidad durante la primera semana de vida en las granjas (Quintana; 1999).

Butamante *et al.* (2007) señala que de la humedad del aire depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. Por otra parte el aire seco es mal conductor de calor y, por tanto, se hace necesario humedecerlo.

Al principio de la incubación se provoca una saturación de la humedad para que el huevo no pierda excesiva agua, a medida que la incubación avanza el huevo va evaporando parte de su contenido de ésta, hasta perder, por término medio, un 11,5% del peso originario del huevo, la pérdida debe ser suficiente para que la cámara de aire alcance el tamaño adecuado para que el embrión pueda realizar la transición respiratoria córion-alantoidea a respiración pulmonar (Salazar, 2009).

Esto depende también del espesor de la cáscara y en virtud de ésta, se le dará algo más o menos de humedad. El humedecimiento del aire en las incubadoras y las nacedoras se produce con ayuda de la aspersion de agua y su consiguiente evaporación y diseminación por todas las zonas de la cámara de incubación (Sardá, 2002; Vaca, 1998).

Bustamante *et al.* (2007) sugiere utilizar humedades de 84 –86°F en el bulbo húmedo, lo que corresponde a una humedad relativa de un 57– 60% por otra parte Callejo (2007) considera que la humedad relativa durante el proceso de incubación debe situarse entre el 50 y el 55%, mientras que Torres (2006) sugiere humedades de 80°F a 83°F.

4.5 Edad de la Reproductora

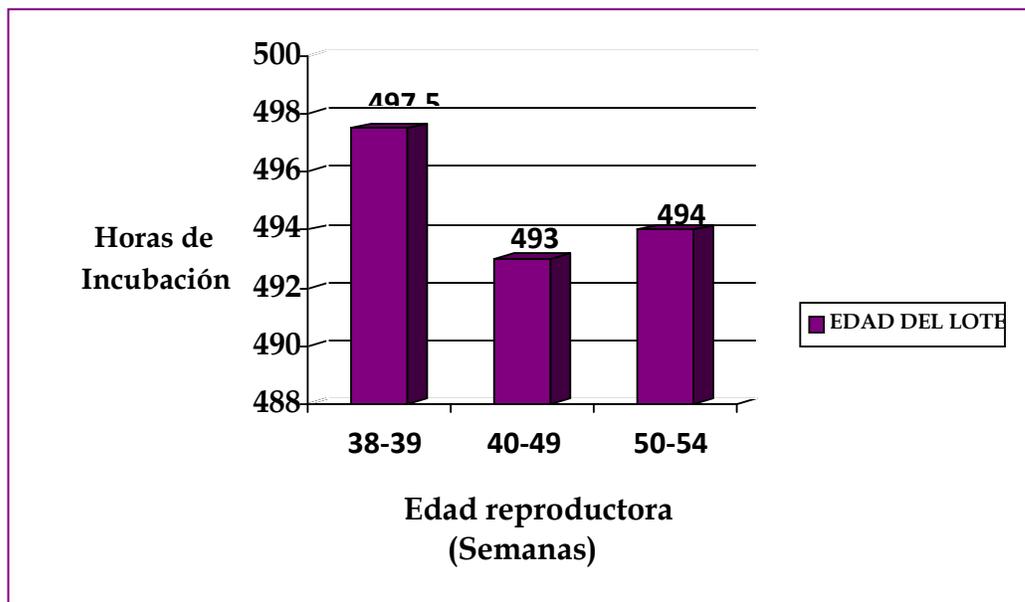


Figura 5. Efecto de la edad de la reproductora, del lote 218, sobre el tiempo de incubación, PIPASA-Nicaragua; 2009

En reproductoras menores de 40 semanas de edad el tiempo de incubación fue mayor (497.5 horas); para lotes de 40 a 49 semanas de edad fue de 493 horas promedio y de 494 horas promedio para los lotes mayores de 50 a 54 semanas.

Concordando con los datos encontrados por Van de Ven (2008) y Salazar (2009), quienes consideran que el tiempo de incubación y por ende la duración del nacimiento (ventana de nacimiento) dura más en lotes de reproductoras jóvenes contrario a lotes de reproductoras maduras, pues la edad materna afecta el nivel de desarrollo embrionario; por consiguiente el primer grupo requiere de tiempos de incubación más largos.

Al momento de la postura los huevos de reproductoras maduras contienen embriones en un estadio más avanzado de desarrollo (gástrula temprana) con mucha más frecuencia que lo que sucede en huevos puestos por lotes de reproductoras más jóvenes; por lo que al ser expuestos a las condiciones óptimas de incubación los embriones de la reproductora madura inician su desarrollo con mayor cantidad de células que los jóvenes (Shanawany, 1994 citado por Salazar, 2009; Ricaurte, 2005).

Aunque en el presente trabajo no se tomó como referencia el peso ni el grosor de la cáscara del huevo según la edad de las reproductoras sobre la duración del nacimiento; en teoría se concuerda con Vázquez *et al.* (2006) quienes consideran importante, que el intervalo del nacimiento puede verse afectado por la composición, el tamaño y peso del huevo; o bien, los relativos exclusivamente a la operación comercial, como son: el tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales bajo las que opera la máquina incubadora.

Hudson *et al.* (2004) citado por Padrón *et al.*(2005), han encontrado que el tiempo de incubación tiende a incrementarse entre las 53 y 65 semanas (final de la puesta) debido a un envejecimiento de las gallinas y por ende un deterioro en la calidad del cascarón y un aumento del tamaño del huevo (los huevos grandes, 69.6 g, nacen más tarde que los huevos pequeños); pues se reducen las reversas de calcio y el metabolismo de las aves para procesarlo permitiendo un mayor ingreso de liquido durante la formación del huevo.

La edad de la reproductoras tiene influencia directa con la calidad del pollito pues según Pachón (2007), los lotes de Reproductoras jóvenes producen pollitos mas pequeños, que son menos tolerantes a condiciones adversas y deben ser enviados y alojados mas rápidamente en granja. Frecuentemente los huevos de estos lotes presentan nacimientos mas prolongados (Amplitud de Nacimiento) por lo que existe mas riesgo de deshidratación de los que nacieron primero y podría presentarse un poco mas de contaminación en aquellos que nacen al final.

Para Vázquez *et al.* (2006) los lotes de reproductoras maduras, producen pollitos de mayor tamaño que logran un nacimiento más uniforme, sin embargo al final del ciclo se presenta calidad de cáscara más pobre lo que aumenta el riesgo de contaminación bacteriana.

El tamaño del huevo influye en la viabilidad de los pollitos (El peso del pollito es normalmente 66-68% del peso del huevo) en el sentido de que los huevos de gran tamaño producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario, los huevos excesivamente pequeños producen pollos deshidratados, de pequeño tamaño y muy débil al nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación (Cobb- vantress, 2008; Callejo, 2007 Ricaurte, 2005).

4.6 Tiempo de almacenamiento del huevo (edad del huevo)

Cuadro1. Tiempo promedio de almacén del huevo del lote 218; PIPASA-Nicaragua, 2009

Edad de la Reproductora (semanas)	Días de Almacén
38	5
39	5
40	4
41	4
42	4
43	6
44	6
45	6
46	4
47	5
48	6
49	5
50	5
51	5
52	5
53	5
54	5
Almacén Promedio	5

El tiempo promedio de almacenamiento del huevo encontrado en la planta de incubación PIPASA-Nicaragua fue de 5 días.

Según North y Bell (1993) citados por Vásquez (2008) aseguran que sí los huevos se almacenan por menos de 5 días no se afecta el porcentaje de nacimiento y por ende los efectos negativos al nacimiento y calidad de los politos son mínimos.

Pese a esto los mismo autores mencionan: “El almacenaje del huevo incubable es una práctica común dentro de la industria aviar, sin embargo afecta negativamente la calidad del huevo, el desarrollo embrionario, la calidad del pollito de un día, extiende el tiempo de incubación y afecta el desarrollo durante la primera semana de vida. El retraso en el nacimiento se estima en 40 minutos y su incubabilidad se puede reducir hasta un 1% por cada día de almacén mayor a 5 días”.

Se sabe que el almacenamiento de los huevos previo a la incubación influye en la iniciación y tasa del desarrollo embrionario, por lo que se debe de tomar en cuenta la edad del lote materno al momento de almacenar ya que según Vásquez (2000), el tiempo de almacenamiento óptimo depende de la edad de la parvada reproductora ya que éste tiene influencia directa sobre el desarrollo embrionario (North y Bell, 1993 citado por Vázquez ,2005; Fasenko, 2008).

Cuando los huevos fértiles se conservan a temperatura de 18.3 °C (65 °F), se detiene por completo el desarrollo embrionario y esto hace que la temperatura dentro del huevo caiga rápidamente por debajo del cero fisiológico (la temperatura mínima por encima de la cual se lleva a cabo el desarrollo embrionario) provocando su debilitamiento y menor vitalidad al ser colocados en las incubadoras; por lo que, dependiendo del número de días almacenados, se necesitará adicionar tiempo de incubación extra (1 hora por día aproximadamente) (van de Ven, 2008; Callejo, 2007, Ricaurte, 2005).

Van de Ven (2008), cita un ejemplo de la influencia del tiempo de almacén del huevo sobre el tiempo de nacimiento; refiriéndose al recientemente estudio realizado por la Universidad de Lovaina (2003), donde se confirmó que la regla general de los encargados de la planta de incubación de : “añadir una hora al tiempo de incubación por cada día de almacenamiento mayor a 5” es un hecho, pues hicieron falta 16 horas adicionales de tiempo de incubación para los embriones de huevos Cobb almacenados durante 18 días, en comparación con los huevos que habían estado almacenados durante tres días.

Ruiz y Lunam (2002) citados Padrón *et al.* (2005), demostraron un retraso en el desarrollo embrionario, medido en el tiempo de incubación, en huevos que fueron almacenados a 10°C por 9-11 días , comparados con huevos que fueron almacenados a 16.5°C: los pollitos que salieron de los huevos en almacenamiento ‘frío’ requirieron un tiempo de incubación significativamente mayor.

Padrón *et al.* (2008), citan un estudio realizado por Tona *et al.* (2004) donde se encontró que el almacén prolongado del huevo hasta por 14 días afectó más el desempeño durante la primera semana de pollitos provenientes de lotes de reproductoras jóvenes (35 semanas), que el de pollitos de reproductoras de 45 semanas de edad.

Ricaurte (2005), considera que el desarrollo embrionario no puede ser visto como algo aislado de las condiciones del medio que rodea a los huevos durante la incubación explica que el embrión durante el almacenamiento del huevo realiza intercambio de gases que ocurre a través de los poros de la cáscara. El dióxido de carbono sale del huevo y su concentración disminuye rápidamente durante las primeras 12 horas después de que el huevo ha sido puesto. Los huevos también pierden vapor de agua durante el almacenamiento. Esta pérdida de dióxido de carbono y vapor de agua contribuyen a la pérdida de incubabilidad y calidad del pollito después del almacenamiento.

Según Cobb- vantress (2008) los principales efectos en el almacenamiento del huevo son:

1. El almacenamiento prolonga el tiempo de incubación. En promedio, un día de almacenamiento adiciona una hora de tiempo de incubación. Esto se debe tener en cuenta cuando los huevos están establecidos, de esta manera huevos frescos y huevos almacenados deben ser establecidos en tiempos diferentes.
2. Tiempos prolongados de almacenamiento afectan la incubabilidad. Este efecto aumenta con el tiempo de almacenamiento después del período de seis días, resultando en una pérdida de 0.5 a 1.5% por día con mayores pérdidas si se extiende el almacenamiento.
3. La calidad del pollito será afectada y por consiguiente el peso del pollito puede ser disminuido por huevos que han estado almacenados por 14 días o más.

4.7 Volteo de los huevos

Las máquinas incubadoras en la empresa están programadas para efectuar un volteo lateral automático de 45° cada hora; durante los 18.5 días del proceso de incubación.

Este dato concuerda con Sardá (2002) quien considera que el desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados (virados) periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. Además Nilipour (1998) citado por Vázquez (2008) recomienda que el ángulo del volteo debe ser de 45 grados respecto de la vertical imaginaria (eje horizontal) de tal forma que en 2 horas los huevos hayan girado 90 grados.

El objetivo de voltear los huevos es exponer a los embriones a los nutrientes y oxígeno, así como evitar que éstos toquen la cáscara y se queden pegados ocasionándoles la muerte en particular durante los primeros seis días de incubación. A esto contribuye el hecho de que el peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara, en la zona de la cámara de aire (Sardá, 2002; Vázquez, 2008).

Según Vaca (1998), la frecuencia del volteo es de mayor importancia durante las primeras semanas de incubación; luego esta necesidad va disminuyendo hasta hacerse innecesario los días 20 y 21 cuando los huevos están en la nacedora; esto se explica porque el embrión ya a partir del sexto día empieza a efectuar movimientos voluntarios o contracciones que impiden que se pegue a las membranas de la cáscara.

Cobb- Vantress (2008) y Fasenko (2008), aseguran que a medida que el embrión se desarrolla la producción de calor aumenta, por ello un volteo regular ayuda al flujo del aire y por tanto al enfriamiento de los mismos.

Uriarte (1998) encontró que los huevos no pueden girar en círculo (360°) ya que esto provoca la ruptura del saco alantoides y la posterior muerte del embrión, es por ello que el ángulo juega un papel importante en el desarrollo embrionario.

Cuadro 2. Efecto del ángulo de volteo de los huevos durante la incubación

Angulo de volteo respecto a de la vertical	Porcentaje de nacimiento de los huevos fértiles
20 °	69.3
30 °	78.9
45 °	84.6

Fuente: North y Bell ,1993

Un insuficiente volteo provoca que los pollitos nazcan en posiciones anormales, deformes o con el plumón áspero (Vaca ,1998).

Sí la manera como se voltean los huevos (frecuencia y ángulo) no es la adecuada, la incidencia de malas posiciones en el embrión aumenta, pues si el huevo no se vira la dos capas gruesa de albumen se ponen en contacto y el embrión muere (Ricaurte, 2005; Uriarte 1998).

El intervalo de volteo tiene efecto en el porcentaje de nacimiento; pues la falta de volteo puede ocasionar perdida de un 50 % del nacimiento (Nilipour, 1998 citado por Vázquez, 2008).

Uriarte (1998) cita pruebas realizadas sobre la frecuencia del volteo; donde encontraron que no voltear el huevo durante la incubación produjo sólo un 23% de los nacimientos, hacerlo durante 7 días nacieron un 75% y voltearlo durante 18 produjo un 98% de los nacimientos.

4.8 Calidad de los pollitos

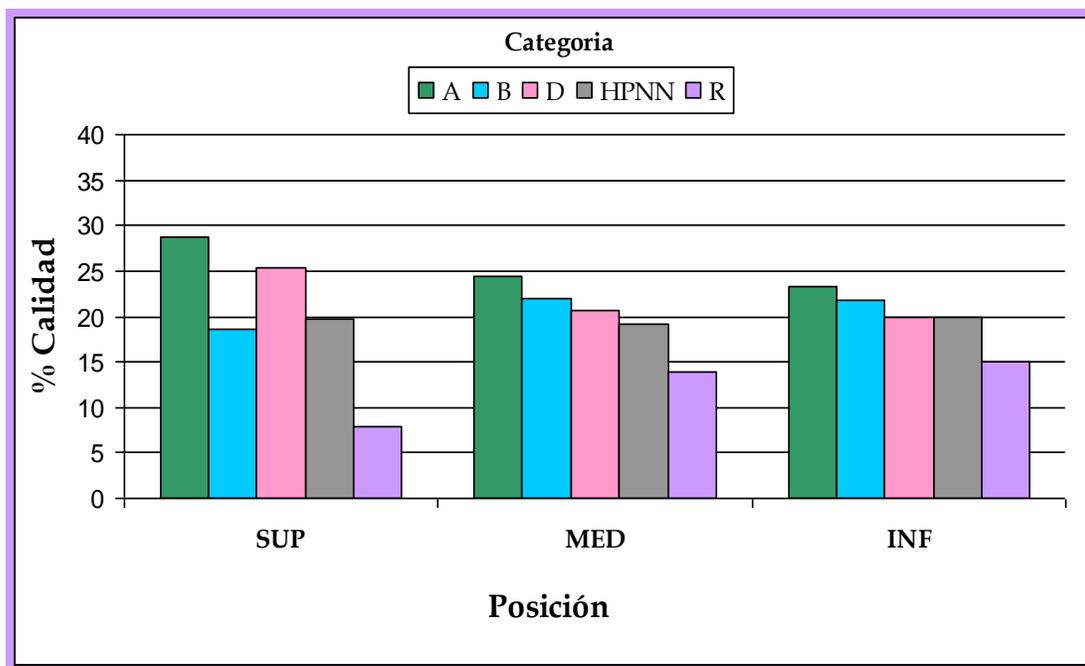


Figura 6. Calidad del pollito nacido del lote 218 por posición; PIPASA- Nicaragua; 2009

Según Pachón (2007) y Cobb -Vantress (2008) un pollito de buena calidad (clase A) presenta:

1. Alerta, fuerte y activo (vitalidad)
2. Buena uniformidad (peso homogéneo)
3. Patas fuertes y sin lesiones (conformación)
4. Plumón brillante
5. Ombligo bien cicatrizado
6. Pico bien formado y huesos fuertes
7. Libre de defectos anatómicos (Picos cruzados, patas etc.)
8. Libre de contaminación bacteriana
9. Niveles adecuados de anticuerpos
10. Reacción a vacunas de tipo respiratorio al día de edad dentro de límites normales
11. Buena tolerancia a desviaciones menores en el manejo inicial.

El porcentaje de pollitos clase A fue mayor en las bandejas ubicadas en la posición superior de la máquina incubadora (28.65%) seguido de las media (24.4%) e inferiores (23.18%).

El pollito con calidad B (ver anexo 17), en la empresa PIPASA-Nicaragua, se clasifica por las siguientes características:

- Ombligo mal cicatrizado
- Tarsos enrojecidos
- Húmedos
- Bajos de pesos etc.

El porcentaje de pollitos clase B fue mayor en las bandejas medias (22. 01%) e inferiores (21.82%) las bandejas superiores presentaron el menor porcentaje (18.54%).

La causa del mayor numero de pollitos clase B en las bandejas medias e inferiores se debe a la presencia de bajas temperaturas en estas posiciones ocasionada por una des uniformidad en la corriente de aire.

Chik Master (2005), atribuye la incidencia de pollitos mojados, con ombligo mal cicatrizado, blando y tarsos enrojecidos a las bajas temperaturas en incubación, altas humedades en incubadora, nacedora y ventilación inadecuada.

Wineland y Oviedo (2006), mencionan que las temperaturas bajas afectan la calidad del pollito, incubabilidad y eclosión ya que necesitan calor para el desarrollo de los órganos, la mala ventilación no proporciona calor uniforme sobre todos los huevos.

Plano (2005), atribuye que los pollitos grandes, con el abdomen abultado y blando se deben a bajos promedios de temperatura, sobre todo en incubación.

Pollitos para recuperación (R):

Son pollitos débiles y demasiado húmedos a causa del nacimiento tardío, ocasionado por bajas temperaturas estos son enviados a recuperación la cual consiste en proporcionar horas extra de incubación, el mayor porcentaje se encuentran en las bandejas medias (13.88%) e inferiores (15%), en las bandejas superiores el porcentaje es menor (7.87%).

North y Bell (1993) citado por Vázquez (2005), comprobaron que las bajas temperaturas son menos letales y menos frecuentes durante el proceso de incubación pero no por eso menos importantes, exposiciones a bajas temperaturas alargan el periodo de nacimiento y provocan un decremento significativo en la calidad del pollito, debidas básicamente a mal posiciones embrionarias y mayor porcentaje de pollitos para recuperación.

Pollitos para descarte (D): son los que presentan patologías por las cuales no son viables para el engorde e implican un riesgo para la parvada ya que son más susceptible a contraer enfermedades por esta razón deben ser sacrificados (ver anexo 18).

Los resultados encontrados en el estudio de pollitos de descarte, coinciden con el realizado por Plano, (2005) el cual describe las principales características y causas de los pollitos de descarte:

- Pollitos con ombligo congestivo sin cerrar se debe a altas temperaturas o variaciones y alta humedad en nacedora.
- Pollitos con botones en el ombligo se debe a que parte del saco vitelino y tejidos extraembrionarios no son completamente absorbidos al momento de obturarse el orificio umbilical.
- Pollitos con onfalitis es causado por dos factores el cierre incompleto del orificio umbilical y una contaminación bacteriana en la zona.
- Pollitos muertos en las nacedoras deshidratados y tamaño menor al normal es por pérdida de humedad mas allá de lo esperado.
- Pollito con hernia cerebral se relaciona mayormente con altas temperaturas y algunas veces con volteo inadecuado.
- Pollitos que no se pueden parar es debido a ventilación inadecuada o sobrecalentamiento en algún momento del proceso de incubación.
- Pollito con deformaciones congénitas.

El porcentaje de pollitos para desechos fue mayor en la bandeja superior (25.28%) seguido de las bandejas medias (20.57%) e inferiores (20%).

Ricaurte (2005), señala que una temperatura elevada en la incubadora acelera la embriogénesis y los órganos pueden no crecer sincronizados. Las altas temperaturas en la máquina están asociadas con problemas en el desarrollo del cerebro y los ojos, mientras que las temperaturas más bajas de lo normal retardan el crecimiento.

Padrón *et al.* (2005); North y Bell (1993) citado por Vázquez (2005), mencionan que las temperaturas por encima de la óptima, tienden a reducir el tiempo de incubación y afectan la absorción de saco vitelino y el desarrollo de órganos vitales como corazón y órganos del aparato digestivo. Si la temperatura es por debajo de la óptima, el tiempo de incubación se alarga y también puede afectar la transformación del saco vitelino en tejidos.

Plano (2005) encontró que las altas temperaturas entre los 11 y 18 día de incubación causan mala cicatrización del ombligo o humedades muy altas que no permiten que las membranas anexas al embrión se contraigan adecuadamente al momento de la absorción del vitelo. La presencia de pollitos débiles es causada por las altas temperaturas en nacedoras, mala ventilación y exceso de formalina en las nacedoras.

Wineland y Oviedo (2006), mencionan que las altas temperaturas tienen un efecto negativo sobre el consumo de oxígeno necesario para la utilización de la yema y otros nutrientes, el pollito se ve obligado a utilizar nutrientes de los músculo e hígado en forma de glucógeno una vez que el pollito agota sus reservas y si llega a nacer este es débil y de mala calidad. Encontrando también que las altas temperaturas afectan la actividad de la hormona tiroidea el desarrollo del intestino, los huesos y los músculos al nacimiento de los pollitos comprobando que esto afecta la incidencia de problemas de patas.

Quintana (1999), indica que los pollitos de desecho se presentan por varias causas una de ellas son las altas temperaturas que provocan nacimiento adelantados causando deshidratación y muerte, pollitos pequeños, débiles y deformaciones tales como dedos torcidos, patas abiertas, plumón corto y seco, picos cortos, sin picos, deformaciones en la cara, cerebro expuesto, falta de ojos y otras anomalías en los ojos.

Boerjan (2005), señala que la exposición constante a altas temperaturas tiene un efecto adverso sobre la maduración y la eclosión, provocando muchos pollitos, con ombligos mal cicatrizados y con codos rojos.

Huevo picado (HP): huevos con pequeñas fisuras ocasionadas por el picaje del pollito sin embargo éstos no logran eclosionar.

El porcentaje de huevos picados en las bandejas inferiores fue de (20%) las bandejas superiores presentaron (19.66%) y las bandejas medias (19.14%).

El porcentaje de huevos picados es mayor para las bandejas inferiores ya que estas están expuestas a una temperatura y humedad más bajas en comparación con las bandejas superiores y medias pero existen varios factores que pueden afectar la eclosión como lo señala Chick Master (2008) y Plano (2005) entre estas están:

- ◆ Temperatura baja y alta humedad en el período de incubación los pollitos; debido al poco tamaño de la cámara de aire pican muy arriba en el polo superior del huevo el pico sangra y los tarsos están enrojecidos.
- ◆ Bajo porcentaje de humedad en incubadoras y nacedoras
- ◆ Temperaturas altas como bajas por periodos cortos y mala circulación de aire.
- ◆ Incremento de temperatura en nacedoras

- ◆ Humedad excesiva en los últimos 4 días de incubación
- ◆ Ventilación excesiva
- ◆ Volteo inadecuado
- ◆ Fumigación durante el nacimiento
- ◆ Huevos colocados al revés
- ◆ Traumatismos durante la transferencia

Según Quintana (1999), la falta de humedad durante la incubación ocasiona un mayor porcentaje de pollitos que pican el cascarón y no eclosionan, pues se secan dentro de él, algunos nacen pequeños y duros (deshidratados), otros nacen con plumón corto. La cámara de aire aumenta y se presentan hemorragias del blastodermo; la falta de humedad ocasiona también la presencia de embriones hemorrágicos, hipertrofia y degeneración del hígado y riñones, y presencia de ácido úrico en el líquido alantoideo.

Wineland y Oviedo (2006), determinaron que las temperaturas altas durante los últimos 4 días de incubación tienen un efecto negativo sobre los músculos del picaje, la pierna y la pechuga. Tanto el músculo del picaje, el cual es un músculo de permanencia transitoria y el músculo de la pierna, tienen importancia durante el proceso de eclosión y su degradación esta correlacionada con mortalidad al momento de la eclosión.

4.9 Embriopatías identificadas

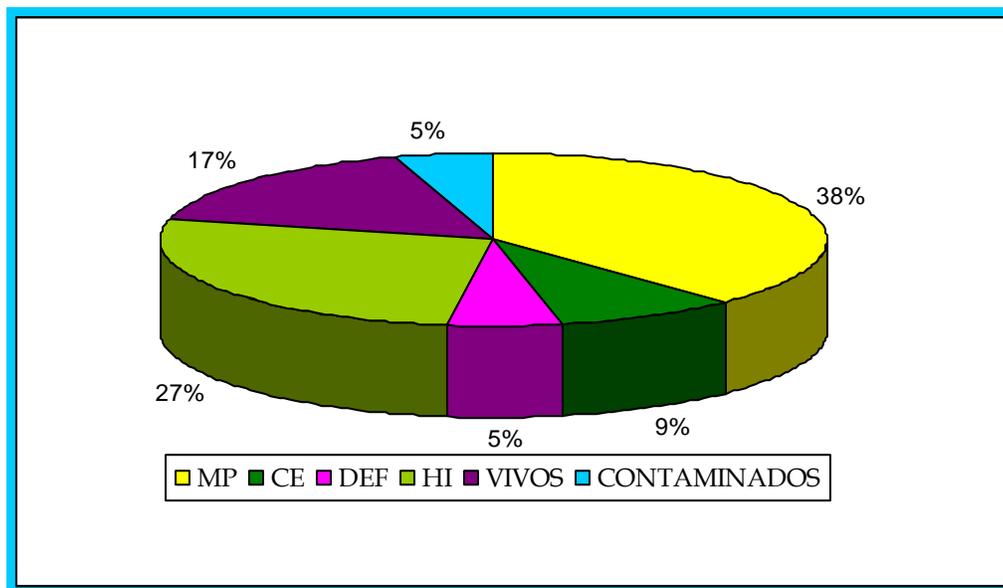


Figura 7. Embriopatías presentes en el lote 218, PIPASA-Nicaragua, 2009

Ricaurte (2005); Sardá y Pavón (2003), afirman que: “Cuando los huevos que no eclosionaron se examinan, pueden encontrarse varios tipos de anomalías probables, las cuales producen pérdidas en la planta de incubación de ahí que la Embriodiagnosia sea una fuente muy valiosa de información, tanto sobre el manejo de la incubadora y de los huevos; como sobre posibles problemas en los reproductores”.

Dentro de las principales embriopatías encontradas a las necropsias están:

Las **malas posiciones (MP)** con una frecuencia de 38%. Según Höfle (2009) y Ricaurte (2005), el embrión con mala posición no adopta la colocación correcta para su nacimiento (Cabeza debajo del ala derecha y dirigida hacia la cámara de aire en el polo ancho del huevo); esto no le permite ser capaz de picar las membranas, la cáscara, y de nacer con normalidad (ver anexo 19).

La mayoría de los huevos con embriones en mala posición incluyen embriones muertos en el cascarón como resultado del cansancio o la falta de oxígeno; otros huevos contienen embriones vivos tratando de picar pero imposibilitados por la posición dentro del mismo (Fasenko, 2008).

La observación de malas posiciones sólo suele ser significativa, en cuanto a la muerte del embrión, si se encuentra en las últimas 24-48 horas antes del nacimiento y pueden tener causas comunes que frecuentemente están ligadas a fallos de incubación (Höfle, 2009).

Uriarte (1998), aclara que existen diversas malas posiciones que el embrión puede adoptar.

Cuadro 3. Malas posiciones más comunes en el embrión de pollo

Mala posición	Descripción
I	Cabeza entre las patas
II	Cabeza en el ángulo obtuso del huevo
III	Cabeza bajo el ala izquierda
IV	Cabeza contraria a la celda de aire
V	Patas sobre la cabeza
VI	Pico encima del ala derecha

Un 27% de **huevos infértiles o no fecundados (HI)** que según Plano (2005); son huevos que no fueron fecundados y por lo tanto no presentan desarrollo embrionario; observándose en ellos únicamente el blastodisco (indicador de infertilidad) que es una formación blanquecina de 3 a 4 mm (ver anexo 20). Las causas siempre están asociadas a problemas en las garras reproductoras.

Mauldin (2008) considera que hay tres criterios que deben usarse para determinar la fertilidad o infertilidad de un disco germinal a saber: forma, tamaño e intensidad de color.

1. Forma: Después de una observación atenta, un blastodermo (indicador de fertilidad) es siempre redondo (es decir casi perfectamente uniforme y simétrico) se ve como un anillo simétrico blanco con un área clara en el centro del anillo.

El blastodisco (indicador de infertilidad) es rara vez perfectamente redondo, y tiene bordes dentados desiguales. Hay comúnmente más espacios vacuos (burbujas) presentes en la periferia del blastodisco que en la periferia del blastodermo.

2. Tamaño: El blastodermo es casi siempre más grande en su aspecto (de una cuarta a una tercera parte más grande) que el blastodisco.

3. Intensidad del Color: El blastodermo casi siempre parece ser de un color blanco menos intenso que el del blastodisco.

El blastodisco parece más un punto pequeño de color blanco intenso sobre la superficie de la yema. A veces el blastodisco es granulado. En vez de un solo punto blanco, puede haber varios puntos blancos agrupados.

Se obtuvo el 17% de **embriones vivos (vivos)**; en esta categoría se incluyen embriones completos pero débiles que no son capaces de romper el cascarón o lo hacen con mucho esfuerzo; pueden o no presentar el saco vitelino parcialmente absorbido por la pared abdominal (Chick Master ,2008; Plano 2005; Ricaurte 2005). Por lo general son el resultado de malas posiciones y de nacimientos tardíos; aunque su incidencia responde a causas muy disímiles (Sardá y Pavón, 2003).

Resultaron un 9% de embriones con **cerebro expuesto (CE)**, categoría que corresponde a embriones que presentan hernia cerebral o encefalocele, en los cuales el contenido cerebral se exterioriza como consecuencia de un defecto óseo del cráneo (Ricaurte 2005; Plano 2005).

Como toda malformación tiene diversas causas pero mayormente se le relaciona con alta temperatura durante la incubación y al volteo inadecuado (Höfle ,2009; Chick Master ,2008; Plano 2005).

Muchas veces se interpreta a esta malformación como un problema exclusivamente hereditario, si bien puede haber herencia involucrada, también hay factores relacionados con la granja de reproductores; por ejemplo la deficiencia de manganeso (probablemente interviene en la respiración celular) en la dieta de las reproductoras produce que su progenie presente mayor incidencia de pollitos con falta de formación del cráneo (Quintana 1999).

Se encontraron un 5% de **embriones con deformidades (DEF)**, en los que se observó anormalidades anatómicas (defectos morfológico) que pueden acompañarse de mala posición y responden a etiologías muy diversas como: factores genéticos, nutricionales (deficiencia de vitaminas y minerales en los reproductores), de manejo (fallos en factores ambientales) y micotoxinas (Chick Master ,2008; Fassenko, 2008; Plano 2005; Ricaurte ,2005; Quintana, 1999). Casi todas las malformaciones ocurren a partir del decimotercer día (Sardá y Pavón, 2003; Quintana, 1999).

De acuerdo a Ricaurte (2005) y Uriarte (1998) las principales deformidades encontradas en la industria aviar se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Deformidades más comunes en el embrión de pollo

Deformidad	Descripción
I	Cerebro expuesto
II	Sin ojo(s)
III	Cuatro patas
IV	Pico deforme (campilognatia, pico de loro, etc.)
V	Sin pico superior
VI	Patas deformes y torcidas

Se obtuvo un 5% de huevos contaminados, en esta categoría se incluyeron huevos que presentaron olor fétido, color de la yema totalmente oscura, amorfa y estallaban al tocarse (ver anexo 18) coincidiendo con la clasificación de Saint (2002).

Para Plano (2005) y Martínez (1999) la incidencia y presencia de estos huevos varía tanto en función de la higiene y manejo de la granja de reproductoras, de la planta de incubación así como de la calidad e integridad de la cáscara del huevo. La contaminación puede deberse por hongos o bacterias

Los microorganismos más comunes que suelen contaminar los huevos y que tienen efecto negativo sobre la incubabilidad son: *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* y *Pseudomonas* spp. (Valle, 2001 citado por Vázquez, 2005).

Como consecuencia del metabolismo de estas bacterias de la putrefacción se descomponen proteínas y grasas. Las proteínas se descomponen junto con aminoácidos y se originan: Ácido sulfhídrico, Hidrógeno Metano, Anhídrido carbónico, Aminas, Amoníaco (Paredes, 2009).

Al oxidarse los ácidos grasos se producen cetonas (enranciamiento), se alteran las características organolépticas del contenido del huevo, la cáscara se torna color gris y se presenta el olor descompuesto (Paredes, 2009).

4.10. Mortalidad embrionaria por períodos (Embriodiagnos)

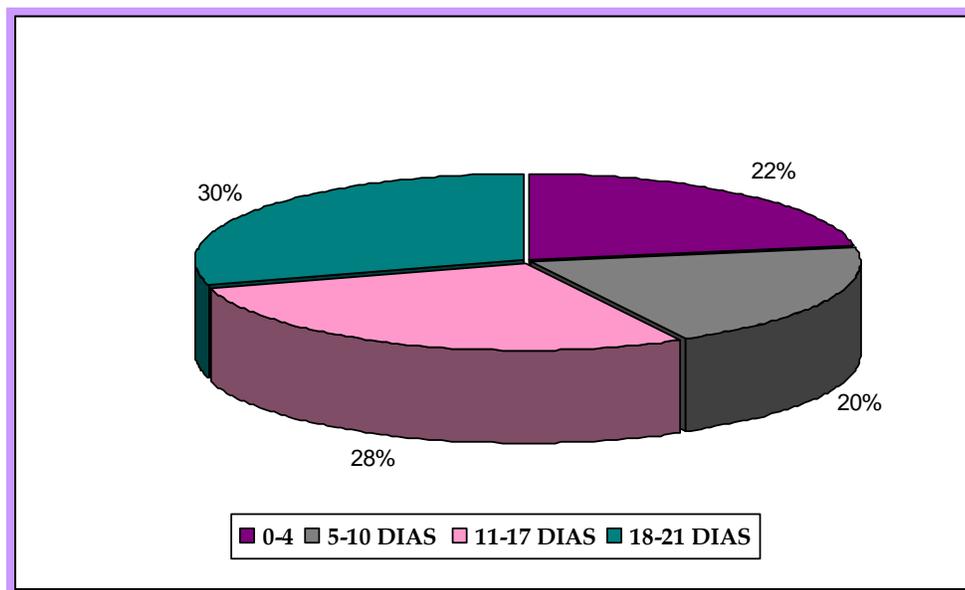


Figura 8. Mortalidad embrionaria por períodos; del lote 218 PIPASA-Nicaragua, 2009

Según Vázquez et al. (2006) y Ricaurte (2005) en la práctica se distinguen 4 categorías para la mortalidad embrionaria por etapas; éstas de acuerdo al período en el cual ocurrió la muerte del embrión y que según la clasificación de North y Bell (1998) va intervalos de:

Cuadro 5. Clasificación de la mortalidad embrionaria por categoría

Período	Categoría
0-4 días	Mortalidad temprana o Fase I
5-10 días	Mortalidad media o Fase II
11-17 días	Mortalidad tardía o Fase III
18-21 días	Mortalidad al nacimiento o Fase IV

Fuente: Chavarría (2005); Saint (2002)

La Embriodiagnos según Höfle (2009) consiste en el monitoreo del desarrollo del embrión durante su periodo de incubación y sirve para determinar la edad de la muerte embrionaria o periodo donde se interrumpió el proceso de incubación.

En el estudio la edad en que se presentó el mayor porcentaje de embriones muertos, fue entre los 18- 21 días con un 30%. Este período corresponde a la Mortalidad al nacimiento o fase IV y se considera como el "momento más crítico" de todo el desarrollo embrionario, pues está relacionado con el cambio de respiración corion-alantoidea a pulmonar. También durante este período se produce el picaje de la cáscara y la propia eclosión, los que constituyen momentos de gran tensión para los pollitos (Mauldin ,2009; Bustamante *et al.*2008; Plano, 2005; Sardá y Pavón, 2003; López; 2002,).

Los embriones encontrados a la necropsia presentaban las características de un polluelo formado, ocupando todo el tamaño del huevo (a excepción de la cámara de aire) con el cuerpo totalmente cubierto de plumón, sin presencia de líquido amniótico y el saco vitelino totalmente absorbido (ver anexo 21); características que según Bustamante *et al.* (2008) son de embriones del último periodo (fase IV).

La muerte embrionaria en esta fase tiene causas probables variadas; desde problemas ocurridos en la transferencia a nacedoras, exceso de formalina, falta de oxígeno o humedad, temperatura incorrecta, mala posición o hasta el retraso o adelanto de la extracción de los pollitos de la nacedora (Ricaurte ;2005).

Las muertes de 11-17 días representaron el 28%, incluyéndose dentro de la Fase III o Mortalidad Tardía. En este período se logró observar la presencia de plumón en el cuerpo del embrión y la ubicación del mismo hacia la cámara de aire; hechos que según Plano (2005), Bustamante *et al.* (2008), Zavarce (S.f.), ocurren durante esta etapa.

Las observaciones coincidieron con López (2002) quien considera que en la “**fase de plumas**” comprenden las muertes embrionarias producidas entre el día 11° al 17° (ver anexo 20).

Además se coincidió con Mauldin (2009), quien demostró que es a partir del 11° día, cuando el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, él mismo efectúa un giro a la izquierda y se dirige hacia el eje mayor del huevo.

Según Sardá y Pavón, 2003; en esta etapa los embriones muertos presentan un color pardo, más o menos oscuro y la ausencia de vasos sanguíneos del alantoides.

La mortalidad de 5-10 días (Mortalidad mediana o fase II) representó el 20%. Los embriones observados a la necropsia se destacaron por la formación del ojo; concordando con Plano (2005); Ricaurte (2005) y López (2002) quienes clasifican como signo indicativo de esta fase la presencia de este órgano; pues es a partir del 5° día que el embrión comienza a desarrollarlo y es la primera estructura que se observa claramente (ver anexo 21).

En esta etapa la muerte va acompañada de los procesos naturales de degradación de la sangre, que produce un color que puede llegar a confundir con los procesos putrefactivos típicos de los huevos contaminados pero que se diferencia de éste por el olor fétido (Mauldin ,2008; Chavarría, 2005; Plano, 2005; Saint, 2002).

La Mortalidad Temprana o Fase I representó el 22%; en este período abarca la mortalidad de los embriones desde las primeras horas de incubación hasta el cuarto día (Plano; 2005).

Los huevos examinados coincidieron con las observaciones de López (2002) quien considera que la muerte embrionaria temprana corresponde entre 2,5 a 4 días; sí se observa un anillo de sangre (mancha de sangre en la superficie de la yema no muy definida) o la presencia de estructuras embrionarias pues los vasos sanguíneos se hacen evidentes al segundo día de incubación (ver anexo 21).

Si bien puede ser difícil de discernir, después de veintiún días de incubación, entre mortalidad embrionaria muy temprana e infertilidad, es posible observando signos inequívocos, tales como mayor grado de deterioro de las estructuras del huevo en la mortalidad temprana respecto de los infértiles (se observa mucho mejor) o la observación de las estructuras anexas del embrión (Plano; 2005).

La formación de la línea primitiva, el establecimiento de la red de vasos sanguíneos son dos de los sucesos más importante que ocurren durante este período (Ricaurte; 2005).

Para el Dr. Mauldin (2008) la fertilidad de los huevos incubados 21 días puede identificarse buscando los signos de desarrollo embrionario y por el examen del color de la yema y la consistencia de la albúmina.

1. Una yema infecunda tendrá un color amarillo más nítido que el de una yema fértil.
2. La albúmina de los huevos infértiles es más gruesa que la albúmina de huevos fértiles. Una yema de un huevo infértil se mantiene en el centro del huevo mientras una yema fértil se encontrara cerca de la punta del huevo.

Según Mauldin (2008) y Plano (2005); durante la Embriodiagnosís se pueden observar formaciones que pueden confundir el diagnóstico de mortalidad temprana como son los coágulos de sangre o restos de tejido del ovario en el vitelo, vitelo moteado o revuelto o bien machas blancas en el vitelo que responden a etiologías diferentes.

V. CONCLUSIONES

- La ventana de nacimiento para el lote 218 de la empresa PIPASA-Nicaragua tiene un promedio de 23.5 horas manifestando un adelanto en el nacimiento de pollitos comenzando a las 33 horas antes del saque con 5.38% de pollitos nacidos, demostrándose que el nacimiento es desuniforme y no sincronizado.
- A la quinta inspección (23 horas antes del saque) se apreció un adelanto del 11% con relación a los datos de Cobb- vantes (2008); al igual durante la sexta inspección (13 horas antes del saque) se encontró un adelanto del 5.92 % con referente a Cobb-Vantres.
- Se comprobó que el monitoreo de la temperatura y humedad mediante el Galaxys muestra estabilidad en la máquina incubadora, sin embargo el monitoreo por datalogger (huevo sensor) en las bandejas con posición superior, media e inferior demostró que existen variaciones en estos factores; registrando oscilaciones de temperatura de 37.6°C a 38.2°C, 37.4°C a 37.8°C, 37.3°C a 37.6°C (respectivamente) y humedad de 52.15 %, 52.01% y 50.13% respectivamente.
- Se demostró que las variaciones de temperatura y humedad en el proceso de incubación afectan la ventana de nacimiento, incubabilidad, uniformidad de nacimiento y calidad de los pollitos tanto los nacidos muy temprano, como los que nacen al final. Manifestándose estos resultados en el porcentaje de pollitos clase A mayor en las bandejas ubicadas en la posición superior de la maquina incubadora (28.65%) seguido de las media (24.4%) e inferiores (23.18%) y el porcentaje de pollitos clase B mayor en las bandejas medias (22. 01%) e inferiores (21.82%) y las bandejas superiores (18.54%).
- El tiempo de incubación del huevo se ve afectado directamente por la edad de la reproductora, incrementando o retrasando las horas de nacimiento de los pollitos, exhibiendo un tiempo de incubación menor (493 horas) para los huevos de reproductoras maduras (40-54 semanas) y para reproductoras jóvenes requiriendo de tiempos incubación más largos (497.5horas).
- El factor tiempo de almacén del huevo no fue significativo sobre la ventana de nacimiento ni calidad del pollo debido a que se mantuvo dentro del límite óptimo de 5 días.
- El volteo del huevo fértil no influyó sobre la ventana de nacimiento, puesto que este se realizaba de forma adecuada dentro de un sistema automático y periódico (cada 60min) y colocado en un ángulo de 45°.

- A través de la necropsia se logró determinar las principales causas de pérdidas económicas de la empresa que son las embriopatías identificadas como: malas posiciones (MP) con una frecuencia de 38%, seguido de un 27% de huevos infértiles o no fecundados (HI), un 17% de embriones vivos o no eclosionados (vivos), 9% de embriones con cerebro expuesto (CE), 5% de embriones con deformidades y 5% de huevos contaminado.
- En la embriodiagnosia, la categoría en la que se presentó mayor mortalidad embrionaria fue en la fase IV o mortalidad al nacimiento con un 30%, luego se presentaron muertes de 11-17 días (Mortalidad tardía o fase III) con un 28%; las muertes de 5-10 días (Mortalidad mediana o fase II) representaron el 20% y la mortalidad de 0-4 días (Mortalidad temprana o fase I) representó el 22%.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar la técnica de monitoreo de la ventana de nacimiento como práctica rutinaria en la planta de incubación.
- Evaluar la ventilación en máquinas incubadoras y el flujo de la corriente de aire.
- Implementar el uso de Synchro-Hatch™ que es una tecnología de bio-respuesta que detecta automáticamente el momento preciso el que se produce el 100% del picoteo interno de la cáscara e inicia una secuencia de modificaciones en el entorno de incubación. Asimismo, reconoce automáticamente el momento en que los pollitos salen del huevo. El sistema activa una fase adicional en los parámetros de incubación para optimizar la fase final del nacimiento de los pollitos, preparándolos para la extracción (Ver anexo 22).
- Evitar abrir las puertas innecesariamente para no descompensar el ambiente interno de la máquina.
- Reubicar los sensores que se utilizan con el monitoreo y escaneo del *Galaxys* para que la información de la incubadora sea más confiable.
- Estudiar otro patrón de carga que beneficie la uniformidad del nacimiento
- Buscar estrategias para evitar el sobrecalentamiento de los huevos en la máquina incubadora, concordando con Brake (2006) quien sugiere intercambiar huevos entre las áreas más frías y las más calientes de la máquina incubadora en las etapas críticas para evitar las consecuencias del sobrecalentamiento en los embriones.
- Realizar un estudio posterior en pollitos de engorde incubados en las posiciones de (superior media e inferior) dentro de la máquina incubadora para determinar su desempeño y su resistencia a enfermedades comunes.
- Revisar la cadena de frío de los huevos mientras son transportados; ya que si la temperatura sobrepasa el umbral embrionario comenzara a formarse las estructuras anexas del embrión por consiguiente al entrar a la planta de incubación ocasionará la muerte del embrión, Plano (2005).
- Realizar un estudio de los factores del manejo en las granjas de reproductoras, para analizar sus efectos sobre la calidad del huevo fértil.
- Se recomienda establecer un tiempo máximo de días de almacén del huevo de acuerdo con la edad de la reproductora por ejemplo Vásquez (2000) propone que: huevos de fase I proveniente de reproductoras de 25 a 33 semanas de edad se deben almacenar por 5 días; los huevos de fase II (34 a 50 semanas) se deben almacenar por un máximo de 5 días y los huevos de fase III (reproductoras de 51 semanas en adelante) se deben almacenar como máximo 3 días.

- Concordando con Mauldin (2007) que para reducir el número de huevos rotos y elevados índice de mortalidad embrionaria de 18-21 días, por falla en la transferencia manual, se debe implementar el uso de máquinas automáticas o semiautomáticas capaces de realizar esta labor (ver anexo 23).
- Implementar como práctica rutinaria métodos para conocer la edad exacta del huevo (tiempo de almacén); por ejemplo la prueba de densidad en solución NaCl al 5%, Medición de la albúmina por medios de unidades Haugh (Quintana; 1999).
- Complementar las necropsias con la toma de muestras y la realización de los correspondientes estudios histopatológicos, los cuales permitan determinar las posibles causas de la muerte embrionaria.
- Implementar técnicas de necropsias y embriodiagnosia sistemática para determinar si la causa de la alteración proviene de la granja de reproductora o si es propia de la incubadora, en este caso se hace necesario incluir al pollo de desecho.
- La necropsia debe realizarse por un especialista; ya que requiere una experiencia avanzada y conocimientos detallados sobre el desarrollo normal de un embrión, la formación y estructura de un huevo, sus membranas y la cáscara, al igual que sobre los posibles procesos fisiopatológicos.
- Concordando con Plano (2005) es necesario realizar necropsias, como mínimo a 4 bandejas por lotes, una de la parte superior de la máquina, dos de la parte media y una de la parte inferior.

VII.LITERATURA CITADA

Begazo, H.2006. Manejo del huevo fértil: efectos sobre la calidad del pollo bb (en línea).EC. Consultado 20 mar. 2009. Disponible en http://www.ameveaecuador.org/.../Manejo_del_Huevo%20DR%5B1%5D._HECTOR_BEGA_ZO.PDF.

Boerjan, M. 2005. Los avances genéticos producen cambios en la tecnología de la incubación, *World Poultry* 20(5): 16-17.

Boerjan, M. 2008.La importancia de la temperatura en la incubación (en línea).US. Consultado 20 mar. 2009. Disponible en <http://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/200802/?pg=14> *World Poultry*.

Brake, JT.2006. Nuevos paradigmas de la incubación y crianza temprana. *Avicultura profesional: La revista del avicultor.*24 (4):25-27.

Burguillo, FJ.2004. Ajuste de ecuaciones a curvas: introducción a la regresión lineal y no lineal (en línea).Salamanca, ES. Consultado 10 oct. 2009. Disponible en <http://web.usal.es/~burgui/simfit/ajustecurvas.pdf>.

Bustamante, J; Allés, A y Espadas, M. 2009. Guía de incubación (en línea). ES. Consultado feb. 2009. Disponible en http://www.intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia_incubacion.pdf.

Cabrera, FA.2006. Distribución de frecuencias (en línea). Azuero, PA. Consultado 01 dic.2009. Disponible en <http://www.monografias.com/.../distribucion-frecuencias/distribucion-frecuencias2.shtml>.

Callejo, A.2007. El huevo fértil y su incubación (en línea). Consultado 10 feb.2009. Disponible en http://www.ocw.upm.es/.../Tema_07._La_incubacion_del_huevo_fertil.pdf.

Chavarría, IA.2005. Evaluación técnica de la producción de aves de engorde procedentes de dos sistemas de incubación CASP (Brasil) y Chick Master (USA) en operaciones de Tip-Top Industrial S.A. Nicaragua. Tesis Ing. Ciencia y Producción Agropecuaria., Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana, 28 p.

Chick Master.2005. Manual de operaciones: Incubadora y nacedora génesis IV. Ohio, US. 350p.

Chick Master.2006. Manual del operador del sistema: Galaxy.Rev. 3. US. 64p.

Cobb-vantress.2008. *Hatchery_Guide_Spanish_08* (en línea).Consultado 5 feb. 2009. Disponible en http://www.cobb-vantress.com/.../Hatchery_Guide_Spanish_2008.pdf

Córdova, J; Roussos,S ; González V.2002. Influencia de la temperatura sobre, el crecimiento de hongos termófilos y termotolerantes (en línea).Guadalajara, MX. Consultado 25 nov.2009.Disponible en <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/...7/.../010021712.pdf>.

Corea, MD.2000. “Producción avícola sigue creciendo”. (En línea) LA PRENSA, Managua, NI, nov. 13 (economía). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.laprensa.com.ni/archivo/2000/noviembre/13/economia/economia-20001113-01.html>.

De Mendiburu, F.2008. Análisis de Regresión y Correlación (en línea). Consultado 01 oct. 2009. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/.../Regresion.pdf>.

Del pino, U; Tandrón, E; Guadarrama, O; Oria, R; Ramos, M; Jay, M; Puentes, D y Chiong, E.2000. Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la incubabilidad el peso del huevo y los pesos del pollo al nacer y al finalizar la ceba. Rev. Cubana de ciencia avícola.14 (45): 45-55.

Durape, NM.2009. Fotoquímicos mejoran la calidad y fertilidad del semen. Avicultura profesional: La revista del avicultor.27 (1):10-13.

Escudero, M.2008. Correlación y regresión (en línea). MX. Consultado 28 oct. 2009. Disponible en <http://www.monografias.com> > Matemáticas > Estadística.

Fasenko, G M.2008. Comprendiendo el Metabolismo del Embrión: Una Posible Clave para Mejorar la Incubabilidad y la Calidad del Pollitos (en línea). Cambridge, CA. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.jamesway.com/pdfs...espanol/HatchTALK-Issue12-Sp.pdf>.

FICHA MUNICIPAL. sf. El municipio de Mateare (en línea). Consultado 2 ag. 2009. Disponible en <http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/.../mateare.pdf>

Höfle, U. 2009. Técnicas de diagnóstico post – mortem: necropsia y toma de muestras (en línea).ES. Consultado 15 de sept. 2009. Disponible en http://www.encontroiberico.no.sapo.pt/.../Necropsias_TomaMuestras_UHofle.pdf.

IICA (instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)- *EPAD* (Economic policy and Agribusiness Development).2003.Análisis de la Relación Comercial entre Nicaragua y Los Estados Unidos. (En línea). Consultado 6 mar. 2009. Disponible en <http://www.iica.int.ni/Estudios.../Análisis%20relacion%20comercial%20.pdf>.

Ledoux, L.2007.Higiene en la planta de incubar: concepto a ser ampliado. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (4):12-14.

López Iglesias, A.2002.Evaluación de la mortalidad embrionaria en las aves (en línea).ES. Consultado 15 mar 2009. Disponible en <http://www.inea.org/web/zootecnia/Monogastricos/mortalidad.htm>

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal) .2008. Semana Agropecuaria (en línea).NI. Consultado 30 ag. 2009. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/semanaagro/30.pdf>.

Mangeaud, A; Videla M.2005. En busca de la independencia perdida: la utilización de Modelos Lineales Generalizados Mixtos en pruebas de Preferencia (en línea).Córdoba, AR. Consultado 15 mar.2009.Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso.../modelo-mixto>.

Manual Agropecuario.2002.V 2. Ed. IBALPE. Bogotá, CO. 1189 p.

Martínez Flores, CM.1999.Determinación del grado de contaminación Bacteriano/Fungal y los posibles factores de manejo asociados en dos plantas de incubación de pollos de engorde en empresas nicaragüenses durante el mes de mayo de 1994 hasta el mes de julio de 1995. Tesis Lic. Zooc. Managua, NI, Universidad Centro Americana (UCA).73 p.

Mauldin, JM.2007. Nuevos equipos y tecnologías para plantas de incubar. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (3):22-23.

Mauldin, JM.2009.Mortalidad embrionaria: causas y soluciones. Avicultura profesional: La revista del avicultor.27 (4):18-21.

McQuoid, D, 1999. Consideraciones en sistemas de incubación de carga única y múltiple. Avicultura profesional: La revista del avicultor.17 (5):13-17.

Meijerhof, R.2001. Influencia de la Incubación en la Calidad del Pollito de un día (en línea). Consultado 03 feb. 2009. Disponible en <http://www.midiatecavipec.com/.../avicultura030705.htm>

Ortega, G.2004. “La avicultura luchará para salir adelante”. (En línea) LA PRENSA, Managua, NI, en. 28 (campo y agro). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.laprensa.com.ni/archivo/2004/enero/28/economia/economia-20040128-07.html>.

Pachón, LA.2007. Factores determinantes de un pollito de buena calidad (en línea). Consultado 28 jul. 2009. Disponible www.ameveaecuador.org/.../Factores_Determinantes_de_un_Pollito_de_Buena_Calidad.PDF

Padrón, M; Fancher, B; Gaytan E y Malagón G.2005.Influencia del tiempo de nacimiento sobre el desempeño de pollito durante la primera semana (en línea).consultado 14 jul.2009.Disponible en <http://www.engormix.com/influencia tiempo nacimiento sobre s articulos 557 AVG.htm>.

Paredes, V.2009. Inocuidad de los alimentos (Conferencias). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria.103p.

Petersems News.2008. Syncrho-hatch Tm, Incubación Máxima. (En línea).Sulte, BE. Consultado 31 ag. 2009. Disponible en <http://www.petersime.com/cms/files/file Newsletters att spaans 6.pdf>.

Plano, M. 2005. Embriodiagnóstico como herramienta de trabajo. *Avicultura profesional: La revista del avicultor*. AR. 23 (1):18-23.

Propuesta de Política Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal. 2007. (En línea). NI, consultado 12 feb. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ni/info/biotec/propuesta_politica_biotec.pdf.

Quintana, JA. 1999. *Avítecnia: Manejo de las aves domesticas más comunes*. 3ed. Ed. Trillas. México, D. F, MX. P.168-278.

Ricaurte G, SL. 2005. Embriodiagnosis y ovoscopia: Análisis y control de calidad de los huevos incubables (en línea). Bogotá, CO. Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html>

Ricaurte G, SL. 2006. Bioseguridad en granjas avícolas (en línea). Bogotá, CO. Consultado 21 jul. 2009. Disponible en www.engormix.com/bioseguridad_granjas_avicolas_s_articulos_868_AVG.htm.

Ricaurte G, SL. 2009. Análisis de control de calidad en incubación de huevos (en línea). Cundinamarca, CO. Consultado 14 feb. 2009. Disponible en <http://www.incubadorasmartinez.com.ar/incubacion.htm>.

Rodríguez, RA. 2003. *Embriología Veterinaria*. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 100p. (Conferencias).

Saint, R. 2002. Efecto sobre el porcentaje de nacimiento y calidad de pollitos de huevos considerados no aptos para la incubación. Tesis Ing. Agr., HN, Escuela Agrícola Panamericana, 17 p.

Salazar, AI. 2009, Nuevos conceptos: Ventana de Nacimiento. AR. Guía practica 109 p.

Salvador, P. 2008. **Ajuste de curvas (en línea)**. Consultado 10 oct. 2009. Disponible en <http://www.osun.org/Ajuste+de+curvas-pdf.html>.

Sanabria N, F. 2006. Evaluación de la bioseguridad en granjas (en línea). Bucaramanga, CO. Consultado 7 abr. 2009. Disponible en www.bio2avicultura.cu/pdf/teminc04.pdf.

Sánchez, E. 2008. Producción avícola sigue creciendo, aunque lentamente. (En línea) *El Nuevo Diario*, Managua, NI, nov. 28 (economía). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/28185>.

Sandoval, A.; Yuño, M; Bakker, M; Rodríguez, E; Beretta, A. 2005. Aplicación de la embriodiagnosis para evaluar la eficiencia de la planta de incubación de parrilleros en una empresa avícola comercial en la argentina (en línea). AR. Consultado 02 de nov. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/34_2/06.pdf.

Sardá, JR. 2002. Régimen de Incubación Artificial (en línea). La Habana, CU. Consultado 25 jun. 2009. Disponible en <http://www.infomipyme.com/.../incubacionhuevos.htm>.

Sardá, JR y Pavón, AV. 2003. Patología de la incubación (en línea). Instituto de Investigaciones Avícolas, La Habana, CU. Consultado 21 feb. 2009. Disponible en <http://www.iiia.cu/pdf/teminc04.pdf>.

Spielholz, B.1999.Propiedades de los desinfectantes para plantas de incubación. Avicultura profesional: La revista del avicultor.17 (4):22-24.

Torres, B.2006.Simplificando los problemas de la planta de incubación (en línea).Consultado el 12 feb. 2009. *Disponible en <http://www.extension.edu.uy/programas/incubadora>*

Tweed, S. 2008. La Ventana de Nacimiento (en línea). Consultado el 2 de feb. 2009. Disponible en http://www.cobbvantress.com/Publications/.../TechFocus_Hatch_SPAN.pdf.

Uni, Z.2007.Alimentación *in ovo*. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (5):11-13.

Uriarte, LA.1998. Efecto de incubar huevos de gallina en posición punta fina hacia arriba durante los primeros cinco días de incubación; sobre el desarrollo embrional y eclosión de los pollitos. Tesis Lic. Zootecnia. Managua, NI, Universidad Centro Americana (UCA).53 p.

Vaca A, L. 1991.Producción Avícola. Ed. Universidad Estatal a Distancia. Reimpresión 2003. San José, CR.260p.

Van de Ven, L.2008. Maximizando la uniformidad con técnicas de alto nivel. Avicultura profesional: La revista del avicultor.26 (7):10-13.

Vásquez; O.2005. Factores que afectan la productividad en la planta de incubación (en línea). GT. Consultado 23 jun. 2009. Disponible en http://www.engormix.com/factores_afectan_productividad_planta_s_articulos_2134_AVG.htm

Vázquez, JL.; Prado, OF; García, LJ y Juárez, MA.2006.Edad de la reproductora sobre la incubabilidad y tiempo de nacimiento del pollo de engorda (en línea). Colima, MX. Consultado 19 dic. 2009. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/837/83710102.pdf>.

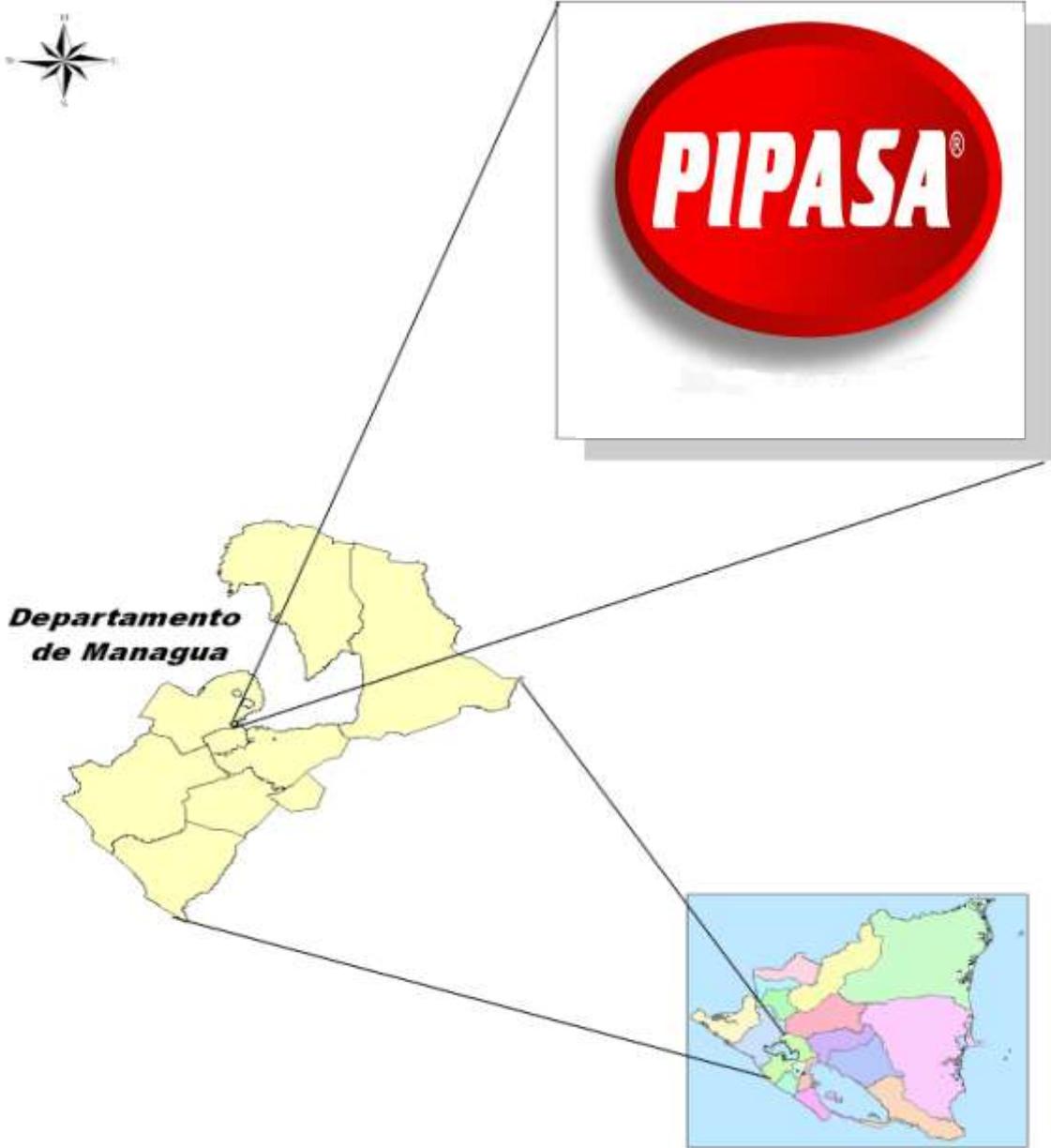
Wineland, MJ; Oviedo EO.2006. Manejo del desarrollo embrionario para optimizar el desempeño del pollo (en línea).US. Consultado 25 ags.2009. Disponible en <http://www.wattagnet.com/7912.html>.

Zaragoza, I. 2006.Tecnología de la Incubación (en línea). MX. Consultado 29 ag. 2009. Disponible en <http://www.agronet.com.mx/.../articles.cgi?...>

Zavarce, JA. S.f. Desarrollo Embrionario (en línea).MX. Consultado 2 feb. 2009. Disponible en <http://www.msstate.edu/dept/poultry/trouble.htm>.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la Planta de incubación PIPASA-Nicaragua



Anexo 2. Identificación de las zonas dentro de la máquina incubadora



Anexo 3. Identificación de la posición de las bandejas en la incubadora



Anexo 4. Formatos de inspecciones (1ra -6ta inspección)

numero de lote:	Numero de maquina:	numero de inspección:	hora de inspección:
Zona	prueba	# pollitos nacidos	total de pollitos nacidos
zona 1	superior		
	media		
	inferior		
zona 2	superior		
	media		
	inferior		
zona 3	superior		
	media		
	inferior		

Anexo 5. Formatos para la séptima inspecciones

Número de Máquina:							
Lote:			hora saque:				
Zona 1	prueba	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	superior						
	media						
	inferior						
zona 2	superior	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	media						
	inferior						
zona 3	superior	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	media						
	inferior						

Anexo 6. Monitoreo de la temperatura y humedad relativa



Datalogger para temperatura



Anexo 7. Hoja de control de calidad del huevo fértil

Memorando

PARA: Avícola Pipasa- Nicaragua.

DE:

Supervisor: Reproducción Puntarenas.

FECHA: Martes 25 de Agosto del 2009

ASUNTO: Información de calidad del huevo fértil.

Fechas de		Numero Cajas	Cantidad	%	Edad
Recolección	Lotes	por dia / lote	Huevos	Incubab	Reprod
23 de agosto de 2009	221	42.85	15426	88.13%	41
23 de agosto de 2009	220	38.15	13734	90.66%	47
23 de agosto de 2009	219	33.32	11994	89.50%	55
23 de agosto de 2009	218	28.07	10104	87.90%	63
24 de agosto de 2009	222	42.00	15120	85.00%	37
24 de agosto de 2009	221	41.15	14814	88.13%	41
24 de agosto de 2009	220	36.85	13266	90.66%	47
24 de agosto de 2009	219	26.68	9606	89.50%	55
24 de agosto de 2009	218	20.93	7536	87.90%	63
Total		310	111600	88.55%	49.89
Sin otro particular, esperando que esta información sea de su utilidad					
nos despedimos de ustedes.					

Corporación Pipasa, S.A
División Reproducción Puntarenas
Teléfono: 26-39-11-11 / Fax: 26-39-11-15

Anexo 8. Visor de control del volteo (Galaxys)

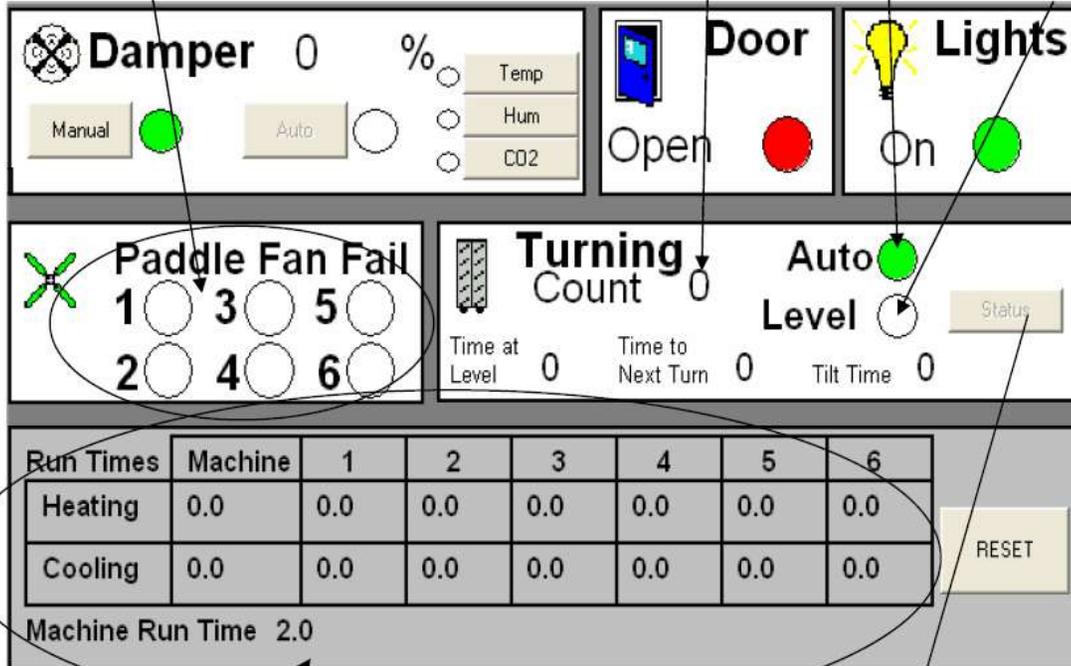
Este muestra si ha fallado el ventilador de paletas (disponible sólo para incubadoras de una sola etapa y nacedoras con ventilador de paletas). Si es de etapas múltiples, no se mostrarán ventiladores de paletas.

Se ilumina si la máquina está en modo de Volteo Automático

Conteo actual de volteo

Iluminado si la máquina está nivelada.

Fig 2.4



Tiempo total en que la máquina está en operación, y el tiempo total de operación de la calefacción y el enfriamiento.

Oprima este botón para ver el estado del volteo (Fig 2.8)

Anexo 9. HOJA DE NECROPSIA

LOTE	EDAD	MAQUINA	ZONA	MUESTRA	MALA POSICION POSICION	CEREBRO EXPUESTO	DEFORME	INFERTIL	0-4 DIAS	5-10 DIAS	11-17 DIAS	18-21 DIAS	VIVOS	CONTAMINADOS
			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

Anexo 10. Póster del desarrollo del embrión

DESARROLLO DEL EMBRIÓN



INFÉRIL

Ningún desarrollo



DIA 1

Presencia de desarrollo de tejido.



DIA 2

Desarrollo del tejido muy visible.
• Presencia de los vasos sanguíneos.



DIA 3

Latidos del corazón.
Vasos sanguíneos muy visibles.



DIA 4

Ojo pigmentado.



DIA 5

Presencia de codos y rodillas.



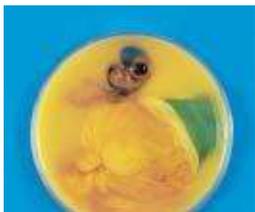
DIA 6

Presencia del pico.
Movimientos voluntarios comienzan.



DIA 7

Comienza el crecimiento de la cresta.
Punta del pico comienza a aparecer.



DIA 8

Inicia desarrollo de pluma.
Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 9

Embrión empieza a parecerse a un ave.
Aparece aberturas de la boca.



DIA 10

Punta del pico es prominente.
Uñas de los dedos.



DIA 11

Cresta aserrada.
• Evidencia de plumas en la cola.



DIA 12

Dedos formados completamente.

Presencia de las primeras plumas.



DIA 13

Presencia de queratina en los tarsos.

Cuerpo cubierto ligeramente con plumas.



DIA 14

Inicia desarrollo de pluma.

Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 15

Inicia desarrollo de pluma.

Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 16

Plumas cubren el cuerpo completo.

Albumen casi desaparece.



DIA 17

Disminución del fluido amniótico.

Cabeza está entre las piernas.



DIA 18

Desarrollo del embrión casi completo.

Saco vitelino aún fuera del embrión.

Cabeza debajo del ala derecha.



DIA 19

Saco vitelino entra a la cavidad corporal.

Fluido amniótico desaparece.

Embrión ocupa la mayor parte del espacio del huevo (No en la cámara de Aire).



DIA 2 1

Saco vitelino entra totalmente dentro del cuerpo.

- Embrión se convierte en un polluelo (Respirando en la cámara de aire).
- Picoteo de cáscara interna v externa.



DIA 21

Indudablemente, el objetivo de una planta de incubación es la producción del mayor número de pollitos, de la mejor calidad posible y al menor costo posible (Valle, 2001 citado por Vásquez 2008), es por ello, que su eficiencia es medida en términos de **incubabilidad**, la cual indica: el número de pollitos de primera calidad producidos por un lote con cierto nivel de fertilidad (Cobb-Vantres, 2008).

La Incubabilidad esta influenciada por muchos factores; algunos de estos son responsabilidad de la granja de Reproducción y otros son responsabilidad de la Planta Incubadora. La actividad de apareamiento es un buen ejemplo de un factor influenciado por la granja de reproductoras; pues bien la incubadora no puede alterar este factor (Meijerhof, 2008).

La incubación artificial es un proceso muy delicado que requiere un perfecto control de las condiciones (factores) para lograr la producción de pollitos de alta calidad que garanticen un excelente desempeño en la granja de engorde, por esta razón la planta de incubación debe proporcionar a los embriones las condiciones ambientales adecuadas (humedad relativa, volteo, temperatura, etc.) para permitir que el embrión se desarrolle apropiadamente (Oviedo, 2006).

El uso de un proceso de incubación sub-óptimo da como resultado una pérdida de incubabilidad a causa de la mortalidad embrionaria por condiciones ambientales no óptimas. Si la incubación de huevos fértiles no es tan alta como debería ser, el costo de los pollitos no nacidos es un factor negativo para el beneficio final (Meijerhof, 2008).

Según Salazar (2009), para aumentar la probabilidad de producir aves saludables es importante mantener buenas prácticas de manejo en la incubadora. Una técnica de manejo es la medición de la ventana de nacimiento; su monitoreo se realiza con el objetivo de sincronizar correctamente el tiempo de incubación y sacado de los pollitos de las nacedoras (Cosecha puntual del pollito); Además informa las variaciones que se produzcan en este proceso (nacimiento), tomando en cuenta los diferentes factores (temperatura, humedad relativa, volteo, etc.) que están influenciando en la uniformidad del mismo.

Aunque existe un gran número de factores, en el presente trabajo se evaluarán únicamente aquellos factores del proceso de manejo de incubación que afectan la ventana de nacimiento de los pollitos de engorde en la Planta de Incubación PIPASA Nicaragua, debido a que se considera que éstos son los de mayor importancia y al mejorarlos se producen efectos notables en la productividad de las plantas de incubación; no obstante en la planta misma todos estos factores deben tratarse simultáneamente.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar los factores del proceso de incubación (temperatura, humedad relativa, volteo, edad de la reproductora y almacén del huevo) mediante el seguimiento y control de los registros de sus variaciones, para establecer cuales de los mismos afectan la ventana de nacimiento de los pollitos en la empresa PIPASA-Nicaragua, en el periodo Enero a Julio 2009.

2.2. Objetivos Específicos

1. Determinar cómo se presenta la ventana de nacimiento de los pollitos en la Planta Incubadora, mediante la aplicación de la metodología Cobb-Vantress, para conocer si el nacimiento es uniforme y sincronizado.
2. Establecer que variaciones de los factores del proceso incubación (humedad relativa, temperatura, edad de la reproductora, tiempo de almacén y volteo) están alterando la ventana de nacimiento y su efecto sobre la calidad del pollito de engorde.
3. Identificar mediante la técnica de necropsia del huevo fértil, las principales Embriopatías y señalar las cantidades de embriones muertos en los diferentes períodos de incubación (categorías).

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Ubicación y fecha de estudio

El estudio se realizó de enero a julio 2009 en las instalaciones de la Planta de Incubación: COORPORACION PIPASA- NICARAGUA, S.A., localizada en el municipio de Mateare, departamento de Managua; con las coordenadas geográficas 12°10'27.34" latitud norte y 86° 20'50.27" de longitud oeste. La planta se encuentra a una altura aproximada de 110.00 msnm.

El clima del municipio es cálido, se puede caracterizar como tropical de sabana, con una marcada estación seca de 4 a 6 meses de duración, confinada principalmente entre los meses de Noviembre a Abril de cada año. La temperatura promedio se encuentra entre los 28° y 28.5° C. en los meses frescos; la precipitación varía entre los 1,000 y 1,200 mm anual.

Linderos: La Corporación PIPASA- NICARAGUA, S.A. limita al norte: Transacciones Rap, Sociedad Anónima; Sur: Carretera nueva a León; Este: Transacciones Rap, Sociedad Anónima; Oeste: Camino viejo a Xiloá de por medio Camas Lunas.

Para el estudio se desarrollaron todas las actividades de manejo del proceso de Incubación de los huevos fértiles.

3.2 Diseño Metodológico

3.2.2 Operaciones de manejo – Preincubación

3.2.2.1 Recepción de huevo fértil – área cuarto Frío

El primer paso que se realizó en el proceso de incubación, fue la recepción de las cajas con huevo fértil de reproductoras pesadas de la línea Cobb 500 proveniente de las granjas localizadas en Puntarenas, Costa Rica; estas fueron descargadas meticulosamente del camión y puestas sobre polines plásticos, ordenándolas según su número.

El objetivo en este primer paso, según Begazo, H (2008) es preservar la cadena de frío de los huevo por lo que se realizó en el área de cuarto frío a temperatura entre 18-19°C de igual forma el Manual de Incubación – Broiler (2008), sostiene que la recepción de los huevos comprende una inspección general de la cantidad y calidad de los huevos suministrados por la granja.

3.2.2.2 Selección y Embandejado– área cuarto Frío

El huevo recibió una clasificación en base a criterios de calidad con el objetivo de eliminar huevo: quebrados, frágiles, deformes, sucios y también aquellos que no coincida el tamaño con la edad de las reproductoras, características que los hacen huevos no incubable (Duran y Rodríguez, 2009, Cobb Vantress, 2008, Vásquez 2008, Sanabria, 2006, Zaragoza, 2006, Quintana, 1999, Vaca, 1991).

Luego, los mismos fueron puestos en bandejas de 165 unidades cada una y colocados en los buggies o carritos (con capacidad para 16 bandejas), en esta actividad es necesario revisar que el extremo obtuso del huevo esté ubicado hacia abajo antes de que ingresen a la máquina incubadora (Cobb Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

3.2.2.3 Almacenamiento - área cuarto Frío

Una vez terminada la selección y los buggies rotulados de acuerdo al número de lote de las reproductoras, fecha de recolección del huevo y la máquina donde serán incubados (Plan de incubación) y dispuestos de tal manera que exista una separación de tres pulgadas o 7.62 centímetros entre ellos, se almacenaron hasta el momento de ser llevados a precalentarse (Cobb Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

Este tiempo de almacenamiento no debe de exceder los 6 días y se hace a temperaturas de 19-20 °C y humedad relativa de 71-80% (Duran y Rodríguez, 2009, Callejo, A. 2007, Sanabria, 2006, Zaragoza, 2006, Quintana, 1999, Vaca, 1991). Según Vásquez (2008) sí se desea almacenar por más tiempo, recomienda bajar la temperatura (1° por cada día adicional, aproximadamente) y aumentar la humedad relativa; sin embargo esto afectaría el porcentaje de nacimiento (incubabilidad).

3.2.2.4 Atemperado o Precalentamiento- Sala de atemperado

Antes de introducir los huevos en la máquina incubadora (cargar) se procedió según Bustamante *et al.* (2009) y Cobb Vantress (2008) a someterlos a un período de aclimatación o precalentamiento de 8 a 10 horas con el objetivo de que los mismos adquieran la temperatura interna adecuada, iniciando el mismo a una temperatura de 20°C y finalizó al alcanzar 29° C (aproximadamente un ascenso de 1°C por hora).

De esta manera, se evitó el descenso de la temperatura en la máquina incubadora y de producir cambios bruscos de temperatura que afectarían la vida del embrión, así como la condensación sobre la cáscara y por consiguiente la susceptibilidad para el crecimiento de microorganismos patógenos (Duran y Rodríguez, 2009; Sanabria, 2006; Zaragoza, 2006; Martínez, 1999; Quintana, 1999; Vaca, 1991).

3.2.3 Operaciones de manejo –Área Incubación

3.2.3.1 Carga a máquina incubadora

Esta actividad se llevó a cabo, después del precalentamiento del huevo y como primer paso para iniciarla, se observó la *hoja de carga* donde se indica máquina, número de lote, hora de carga y operario (Duran y Rodríguez, 2009).

Una carga está formada por 15,840 huevos distribuidos en tres Buggies, los cuales fueron trasladados uno a uno a la sala de incubación. La planta cuenta con 10 máquinas incubadoras de Carga Múltiple (con capacidad para incubar 95,040 huevos o seis cargas) con estanterías fijas por lo que se cargó (siguiendo, el patrón recomendado por Chick Master, 2006) bandeja a bandeja, ubicándolos en los espacios correspondientes identificados por colores.

3.2.3.2 Incubación

Una vez finalizada la carga, inició la etapa de incubación, aquí los embriones fueron sometidos a condiciones (temperatura de 37.5°C y humedad relativa de 53 %) que le permitieron salir de letargo y reiniciar su crecimiento celular; monitoreándose periódicamente en la pantalla de la máquina incubadora o usando el sistema computarizado de la planta (Galaxys) para conocer la eficiencia en base a los límites programados de estos factores y así llevar los registros correspondientes. Durante esta etapa los huevos tuvieron un volteo automatizado, cada 60 minutos, en un ángulo de 45° para evitar que el embrión se adhiriera a sus membranas y a la cáscara (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb-Vantress, 2008; Chick Master, 2006).

3.2.3.3 Ovoscopia o Miraje

La revisión ovoscópica se efectuó según Plano (2005) y Ricaurte (2005) a los 10 días de iniciado el proceso de incubación; el objetivo fue eliminar los huevos claros (infértiles y con mortalidad embrionaria primaria) presente en las bandejas y optimizar espacio.

Esta operación se realizó con el ovoscopio: el cual es un instrumento que enfoca una luz brillante sobre uno de los lados del huevo, permitiendo ver a trasluz el interior del mismo por su lado opuesto (Sardá y Pavón, 2003).

3.2.3.4 Retiro de huevos explotados

Esta actividad se realizó transcurrido diecisiete días del proceso de incubación; se revisaron todas las charolas de la carga, una por una, buscando y retirando todo huevo explotado, supurado o huevos bomba (huevos contaminados); esto con el objetivo de evitar la contaminación de los huevos adyacentes y disminuir la carga bacteriana en interior de la máquina incubadora (Cobb Vantress ,2008; Ricaurte ,2005).

3.2.3.5 Toma de peso

Esta actividad se efectuó a los 18.5 días incubación, horas antes de iniciar la transferencia de los huevos a la máquina nacerora. Se realizó un muestreo de peso por lote y por máquina, esto con el objetivo de determinar la pérdida de humedad durante el proceso de incubación la cual no debe exceder en un 12% de peso líquido del huevo (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb Vantress, 2008).

Se realizaron las siguientes actividades:

- 1 Preparación de los equipos necesarios (balde de desechos, papel toalla, atomizadores con desinfectantes).
- 2 Activar el volteo de forma horizontal y en neutro.
- 3 Confirmar el color, lote y charolas de muestras previamente marcadas.

- 4 La charola de muestreo (peso) fue llevada a fuera de la máquina incubadora para ser pesada en la balanza eléctrica.
- 5 Anotar el peso respectivo, en la hoja de control de transferencia.
- 6 Concluida la labor activar nuevamente el sistema de volteo de la máquina.

3.2.4 Transferencia - del área de Incubación a Nacedoras

Consistió en trasladar los huevos de la máquinas incubadoras hacia las máquinas nacedoras una vez transcurrido 18.5 días de incubación, este proceso es de mucha importancia y sumamente delicado, ya que el embrión se encuentra en una etapa crítica de su desarrollo.

Según Cobb-vantress (2008) se efectúa por dos razones

1-Los huevos se colocan sobre su costado facilitándole al polluelo movimiento fuera de la cáscara.

2-Durante el nacimiento se libera mucho plumón lo que contaminaría demasiado el ambiente de la máquina incubadora.

Para realizar la transferencia de huevos de las máquinas incubadoras a la nacedora se realizaron las actividades correspondientes.

- 1 Se aseguro que la trasferencia se realizara de manera rápida y cuidadosa evitando exponer los huevos más de 15 minutos a temperatura ambiente.
- 2 Que los huevos a transferir concordaran con los datos de la hoja de control del lote, máquina y color.
- 3 se colocaron los huevos dentro del buggie respectivo; comenzando de la zona 3 (aislada de la puerta de la incubadora) terminando en la zona 1 luego se transfirió los buggie de incubación a la sala de nacedoras.
- 4 Al terminar la descarga del huevo se procedió a la limpieza y desinfección de la incubadora seguido de la automatización del volteo.
- 5 En la sala de nacedoras se realizó la transferencia colocando la charola con huevos en la mesa y sobre esta una bandeja plástica dándole vuelta delicadamente para depositar los huevos en la bandeja luego se ubicaron una sobre otras en los carritos para ser ingresados en la máquina nacedora.
- 6 En las nacedoras el embrión permaneció sus últimos 2.5 días de incubación y requirió de temperaturas más bajas (98.5°F o 36.94°C) que en la incubadora y una humedad cambiantes (65 % hasta la eclosión, 80- 85 % durante la eclosión, 40 % tras la eclosión o secado del plumón).En esta el volteo ya no es necesario (Duran y Rodríguez, 2009; Sanabria, 2006; Zaragoza, 2006, Martínez, 1999; Quintana, 1999; Vaca, 1991).

3.2.5 Operaciones de manejo – Área Nacedores

3.2.5.1 Nacimientos de los pollitos y Procesamiento

Al final de la incubación; después de 21 días (504 horas) de haber sido cargado los huevos, nacieron los pollitos en las nacedoras. Los pollitos están listos para ser sacados de la máquina cuando la mayoría de ellos están secos o con algunos pocos (cerca del 5% al 10%) que todavía presentan humedad en el cuello (Salazar, 2009).

Los pollitos recién nacidos fueron trasladados a la sala de selección, que previamente estaba limpia, desinfectada y con los instrumentos de selección preparados (cajas de entregas, mesas, balde para desechos etc.).

Luego del saque, se procedió a seleccionar los pollitos en base a su aspecto, separándolos de sus desechos, clasificándolos en primera (pollito A) y segunda calidad (pollito B) y contándolos al pasarlos a las cajas de entrega de 100 unidades. Se revisó cada pollito nacido y se desechó aquellos que presentaban algún defecto o anomalía. El aspecto del pollito de clase A es saludable, ojos vivaces, plumón brillante, y metatarsos secos, redondeados y lustrosos, (Cobb vantress 2008, Pachón 2007). Se hicieron descartes por presentar: onfalitis (ombligo negro), deshidratación, el pico cruzado, falta de un ojo, por problemas de las patas, o cualquier otra anomalía. Para garantizar la efectividad del conteo se revisó el 5% de las cajas de cada lote.

Los huevos picados no nacidos (HPNN) fueron colocados en charolas junto a pollitos clase B y enviado a recuperación la cual que consiste en proporcionar horas extra de incubación.

Además durante esta actividad se realizó **el pesaje**; seleccionando cien pollos de cada lote (de las bandejas previamente marcadas para darle continuidad a la pérdida de humedad del huevo). El peso del pollito es normalmente 66-68% del peso del huevo (Quintana; 2005)

Los huevos no picados, pollos de desechos y cáscaras se depositaron en barriles y luego fueron trasladados al Rendering.

Una vez terminada la selección los pollitos fueron llevados al cuarto de despacho esta área les brinda confort con temperatura de 21°C a 24°C y una humedad de 70% (Duran y Rodríguez, 2009; Cobb_Vantress 2008, Vaca, 1991) son colocados en columnas de 15 bandejas para facilitar la ventilación; el pollito permanece cerca de 10 horas hasta el momento de su envío a las granjas de engorde.

3.2.6 Manejo del ensayo

Para el estudio se evaluó el segundo nacimiento de la semana de los días jueves; eligiéndose los huevos del lote de reproductora 218 a partir de las 38 semanas de edad hasta las 54 semanas; obteniendo un total 17 repeticiones. En cada ensayo se monitoreó la temperatura y humedad durante el proceso de incubación, se especificó el tiempo de almacén y se realizaron necropsias en cada nacimiento.

3.2.6.1 Medición de la Ventana de Nacimiento

1. Se empleó como referencia la metodología de Cobb Vantres-2008, el cual monitorea las últimas 48 horas de incubación antes del saque de los pollitos de la máquina nacedora.
4. Se verifica el color determinado para el lote estudiado, al cual se le dio seguimiento en todo el proceso de incubación.
5. Dentro de la máquina Incubadora se identificaron tres zonas (ver anexo 1).
Zona 1: La cual era la zona más próxima a la puerta de la incubadora.
Zona 2: La cual era la zona intermedia de la incubadora.
Zona 3: La cual era la zona del fondo de la máquina.
6. Luego se tomaron tres charolas con huevos fértiles (pruebas) por cada zona, para un total de nueve, en las posiciones: Superior, Medio e Inferior etiquetándolas con estos datos (ver anexo 2).
7. Al realizar la transferencia (18.5 días) a las máquinas nacedoras las nueve pruebas fueron enviadas juntas en el último buggie.
8. En la máquina nacedora, previamente, se etiquetaron nueve bandejas con los mismos datos de zona y posición; donde se colocaron las pruebas y se ubicaron en frente, para facilitar el manejo del proceso cuando se realizaban las inspecciones y así no interferir con el nacimiento de los otros pollitos.
9. Para investigar cómo los pollitos estaban naciendo después de que los huevos fueron transferidos a la máquina nacedora una vez cumplidos los 19 días de incubación, se procedió a formular el **Horario de Inspecciones recomendado por Cobb 2008**, comenzando con un conteo regresivo de las últimas 48 horas (aproximadas) antes del saque de los pollitos de la maquina nacedora, ejemplo:

I Inspección - - - - - 48 horas antes de sacarlos de la nacedora
II Inspección - - - - - 43 horas
III Inspección - - - - - 38 horas
IV Inspección - - - - - 33 horas
V Inspección - - - - - 23 horas
VI Inspección - - - - - 13 horas
VII Inspección - - - - - Día de sacarlos de la nacedora
10. Antes de realizar cada una de las inspecciones, se aseguró de contar con una mesa y un área de trabajo cerca de la nacedora; así como el formato inspecciones (ver anexo 3).
11. Se anotaba el número de pollitos nacidos por inspección y se regresaban las bandejas a la máquina lo más pronto posible.

12. Al saque de los pollitos de la nacedora, se realizó la última inspección (séptima), en la cual se evaluó la calidad del pollito por medio de la selección y se anotaron los datos en la hoja de campo para la séptima inspección (ver anexo 4). Lográndose conocer el número de:

- ☞ Pollito A
- ☞ Pollos B
- ☞ Pollitos recupere
- ☞ Pollo de descarte o desecho
- ☞ Huevos picados
- ☞ Muestras para necropsia.

13. Para conocer sí la ventana de nacimiento se adelantó o atrasó, se tomó como referencia los datos encontrados por Cobb-Vantress (2008); donde señala los porcentajes ideales de pollos nacidos por cada inspección:

48 a 33 horas antes de sacarlos

Idealmente ningún pollito ha nacido.

23 horas antes de sacarlos

25% de los pollitos han nacidos

13 horas antes de sacarlos

75% de los pollitos han nacidos.

Día que van a sacarlos

100% de los pollitos que van a nacer han nacidos, Los pollitos deben estar secos y listos para ser procesados.

3.2.6.2 Monitoreo de Temperatura y Humedad

Para monitorear la temperatura (medida en °C) y la humedad (medida en % relativos) dentro de la máquina incubadora se colocaron data loggers (huevos sensores) en las bandejas de pruebas, durante todo el periodo de incubación (ver anexo 5). El data logger es un dispositivo electrónico que permitió registrar mediciones ordenadas en el tiempo, provenientes de los sensores específicos (hidrómetro y termómetro); luego cada medición es almacenada en una memoria, junto con su respectiva fecha y hora.

Para leer los datos se dispuso de un software de aplicación específico llamado tiny tag explorer.

3.2.6.3 Edad de la reproductora y Almacén

Para obtener estos datos se tuvo acceso a la hoja de control de calidad del huevo fértil (ver anexo 6) enviada desde la granja de reproductoras en Puntarenas, Costa Rica; en donde se pudo observar los días de almacén y la edad exacta (en semanas) de las reproductoras del lote estudiado.

3.2.6.3 Volteo

La planta de incubación cuenta con máquinas incubadoras automatizadas y programadas para realizar el volteo de forma periódica; siendo monitoreado por el sistema de control y escaneo *Galaxys* logrando observarse su funcionamiento en la pantalla de lectura (ver anexo 7).

3.2.6.4 Identificación de muertes embrionaria

Para identificar las embriopatías se efectuaron necropsias y embriodiagnos: tomándose los huevos no picados de las pruebas, en la última inspección, colocándolos en la bandeja de chick master, detallando la zona de la máquina donde fueron incubados y el total de huevos a evaluar. Luego se llevaron a la sala de necropsia y aquí se les realizó el examen mediante la observación comparativa del embrión muerto con las fotografías de embriones, impresa en un póster (Mauldin y Buhr; 1991 citado por Saint; 2002); puntualización de la embriopatía encontrada y categorización de la etapa en la que ocurrió la muerte (edad del embrión).

La técnica de necropsia utilizada es la que realiza la planta de incubación:

1. Se abrió con una pinza de disección el polo ancho del huevo (sobre la cámara de aire)
2. Luego se hizo una apertura lateral con el fin de determinar la mala posición.
3. Se examinó las membranas testáceas y luego se retiraron (para determinar adherencias).
4. Se examinó el color, tamaño y localización de albumen, yema, y alantoides.
5. Se examinó la membrana corioalantoidea (CAM).
6. Se agranda el agujero rompiendo los bordes de la cáscara con pinzas.

7. Puntos observados:

Cámara de aire.

Posición del embrión dentro del huevo.

Anomalías anatómicas.

Anomalías en la clara (albumen).

8. Se observaron las anomalías de posición del embrión en el huevo: Posición de miembros, cabeza, cuello y pico en relación con el cuerpo.
9. En un huevo aparentemente infértil o con un embrión pequeño: Se vertió el contenido en un recipiente estéril (plato Petric) en busca del blastodisco o blastodermo.
10. Se anotaron las embriopatías encontradas en la hoja de formato para necropsias (ver anexo 8)

10. Para conocer en qué momento se interrumpió la incubación (es decir determinar la edad del embrión en la primera, segunda o tercera fase del proceso) se comparó los embriones muertos obtenidos de los huevos no incubados con las estructuras que se observan en el proceso de desarrollo del embrión (ver anexo 9).

4.3 Variables Evaluadas

a) Porcentaje de incubabilidad: es el porcentaje de pollitos que han eclosionado a las diferentes horas de inspección. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pollitos Nacidos} = \text{Cantidad de pollos nacidos en Z inspección} \div \text{N}^\circ \text{ de huevos cargados en la charola} * 100$$

Donde Z es el número de inspección correspondiente a la hora.

b) Porcentaje de pollitos A: Indica el porcentaje de pollitos clasificados como clase “A” nacidos en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos A} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados como categoría A} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

c) Porcentaje Pollito B: Indica el porcentaje de pollitos clasificados como categoría “B” nacidos en las pruebas. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos B} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados como categoría B} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

d) Porcentaje Pollito recuperación: Indica el porcentaje de pollitos enviados a Recuperación que hubieron en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos Rec} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados para Recuperación} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

e) Porcentaje Pollito Desecho = Indica el porcentaje de pollitos de desecho (pollito de descarte) que nacieron en la prueba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos DES.} = \text{Cantidad de pollitos seleccionados para Desecho} \div \text{N}^\circ \text{ de Pollitos nacidos en la 7ma inspección} * 100$$

g) Porcentaje de huevo picado = Indica el porcentaje de huevos picados con pollo vivo, pero no eclosionados que hubo en la prueba y enviados a recuperación. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Pollitos Hue P} = \text{N}^\circ \text{ de huevos picados} \div \text{N}^\circ \text{ de huevos cargados} * 100$$

h) Mortalidad embrionaria: Por medio de las necropsias y embriodiagnosis se obtuvieron las siguientes variables

Variable	Descripción	Fórmula
N° de embriones con: Mala Posición	Indica el número total de embriones muertos por mala posición, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} p \text{ mala pos} = \Sigma$ embriones muertos por Mp en la necropsia.
N° de embriones con: Cerebro expuesto	Indica el número total de embriones muertos por tener el cerebro expuesto, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} C \text{ ex} = \Sigma$ embriones muertos por cerebro expuesto en la necropsia
N° de embriones con: Deformidades	Indica el número total de embriones muertos por tener deformidad, que se obtuvo en las muestras.	$N^{\circ} \text{ Def} = \Sigma$ embriones muertos por deformidad expuesto en la necropsia
N° Huevo Infértil	Indica el número total huevos no fecundados(sin embriones), obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ Inf} = \Sigma$ huevos infértiles(sin embriones)

Variable	Descripción	Fórmula
Muerte a: 0-4 días	Indica el número total de embriones muertos a los 0-4 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 0-4 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 0-4 \text{ días}$
Muerte a: 5-10 días	Indica el número total de embriones muertos a los 5-10 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 5-10 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 5-10 \text{ días}$
Muerte a: 11-17 días	Indica el número total de embriones muertos a los 11-17 días de incubado, que se obtuvo en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 11-17 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 11-17 \text{ días}$
Muerte a: 18-21 días	Indica el número total de embriones muertos a los 18-21 días de incubado, obtenidos en las muestras	$N^{\circ} \text{ emb. } 18-21 = \Sigma \text{ embriones muertos a los } 18-21 \text{ días}$
N° de embriones vivos:	Indica el número total de pollitos vivos en huevos sin eclosionar.	$N^{\circ} \text{ vivo} = \Sigma \text{ embriones vivos en huevos sin eclosionar.}$
N° de huevos Contaminados	Indica la cantidad de huevos contaminados	$N^{\circ} \text{ h cont.} = \Sigma \text{ huevos contaminados.}$

h) Edad de la reproductora

Se utilizó como fuente de información la hoja de control de calidad de huevo fértil enviada desde la granja de reproductora ubicada en Puntarenas Costa Rica.

Edad de la reproductora = x semanas

Donde x es el número de la edad de la reproductora.

i) Almacén del huevo

Se utilizó como fuente de información la hoja de control de calidad de huevo fértil enviada desde la granja de reproductora ubicada en Puntarenas Costa Rica.

Almacén del huevo = x días.

Donde x es el tiempo que el huevo tiene de almacenado.

j) Temperatura y Humedad

Para monitorear la temperatura y humedad, dentro de la máquina incubadora, se utilizaron los huevos sensores de humedad y temperatura colocados en las pruebas.

También se tuvo acceso al programa de monitoreo automatizado, Galaxys con el cual la empresa cuenta, donde se pudo observar el comportamiento de la humedad y temperatura durante todo el proceso de incubación.

Estos factores se midieron en: Temperatura = °C y Humedad = % relativos

3.5 Análisis estadístico

Se utilizó estadística inferencial y las bases de datos se estructuraron en hoja electrónica Excel.

Para el análisis del % incubabilidad a nivel interno de la máquina incubadora se realizaron análisis de varianza, usando el SAS 9.1, con el objeto de determinar el efecto (Zona y Posición de las bandejas), que influyen en las variable dependiente Incubabilidad, utilizando modelos Mixtos, según como lo expresa Little *et al* (2000) citado por Mangeaud y Videla (2005), para ensayos biológicos.

Los modelos empleados para el análisis de los datos fueron los modelos mixtos, los cuales mediante la incorporación de uno o más factores con efectos aleatorios transforma a estos modelos en Modelos Lineales Mixtos, estos modelos son empleados en análisis de datos biológicos según lo expresa Piepho y Ogutu (2002) citados por Mangeaud y Videla (2005).

Littel *et al* (2006) citados por Mangeaud y Videla (2005), definen estos modelos mediante las siguientes ecuaciones:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = es el efecto de cada una de las variables dependientes (incubabilidad)

α_i = es el efecto de la i -ésima zona

β_j = es el efecto de la j -ésima posición

λ_k = es el efecto de la k - ésima inspección

ε_{ijk} = representa el error experimental

Además se realizó el análisis de medias según **Duncan**, para la variable incubabilidad según zona y posición.

Posteriormente se realizaron Análisis de Regresión y Correlación entre las variables dependientes, humedad relativa y temperatura y las independientes: posición de la bandeja e incubabilidad con el objeto de conocer el grado de relación entre ellas (De Mendiburu ,2008).

Tomando como referencia a Escudero (2008) quien define que: El análisis de regresión consiste en emplear métodos que permitan determinar la mejor relación entre dos o más variables concomitantes (relacionadas) y el análisis de correlación estudia el grado de asociación de dos o más variables mediante una ecuación matemática (modelo matemático para estimar el valor de una variable) se utilizaron modelos no lineales tipo:

$$y = f(x, \theta) + \varepsilon$$

Donde

Y: Variable respuesta o dependiente (temperatura, humedad)

x_i : La i -ésima variable independiente (posición, incubabilidad)

θ_j : El j -ésimo parámetro desconocido en la función ($j=1,\dots,m$)

f : función no lineal

ε = representa el error experimental

Según Salvador (2008), el ajuste de curvas es un proceso mediante el cual, dado un conjunto de N pares de puntos $\{x_i, y_i\}$ (siendo x la variable independiente e y la dependiente), se determina una función matemática $f(x)$ de tal manera que la suma de los cuadrados de la diferencia entre la imagen real y la correspondiente obtenida mediante la función ajustada en cada punto sea mínima.

Para determinar las curvas de mejor ajustes, se utilizó el programa CurveExpert 1.3, facilitados por el Centro Internacional de la Papa (Perú). El objeto de estos análisis correspondió a que los datos biológicos comúnmente no presentan comportamiento lineal (Burguillo, 2004; Córdova *et al*, 2000).

Además se realizaron análisis de Distribuciones de Frecuencias Relativas entre las variables dependientes e independientes, relacionadas con la calidad del pollo nacido (A, B desecho, etc.) y mortalidad embrionaria según el SAS 9.1 con el objetivo de conocer el número existente en cada clase. Concordando con Cabrera (2008) quien define a la frecuencia relativa

de una clase es la frecuencia de clase dividida por el total de frecuencias de todas las clases y se expresa generalmente como porcentaje.

Distribución de frecuencias es como se denomina en estadística a la agrupación de datos en categorías mutuamente excluyentes que indican el número de observaciones en cada categoría.

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

f_i es la frecuencia relativa

N = tamaño de la muestra

$p_i = f_i \cdot 100\%$ La frecuencia relativa resulta de multiplicar la frecuencia relativa por 100. La denotaremos por p_i

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Ventana de nacimiento

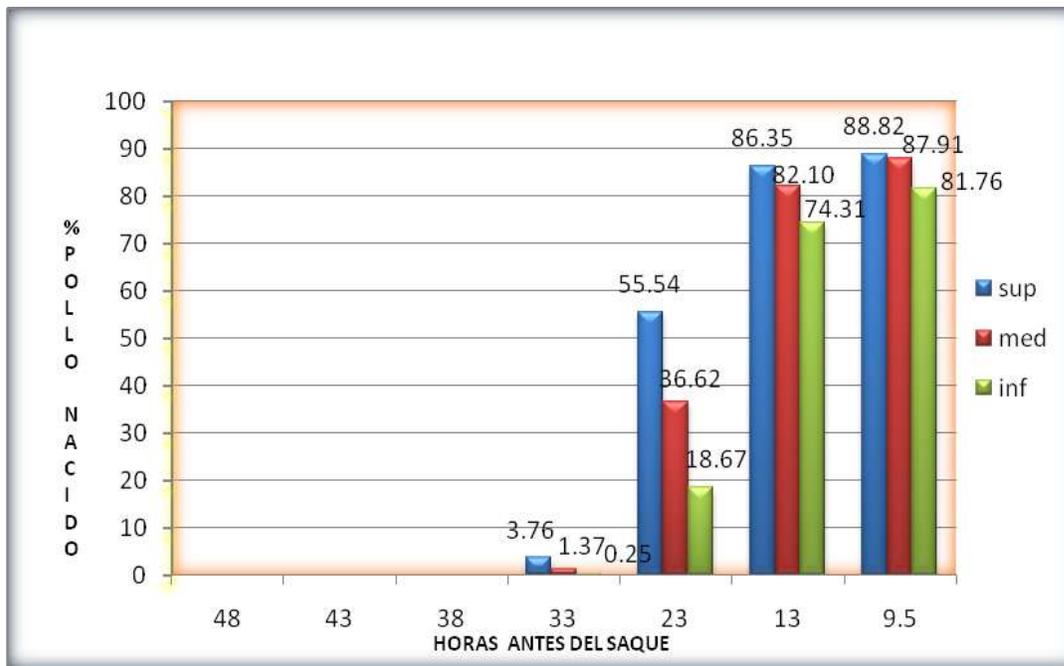


Figura 1. Ventana de nacimiento del lote 218, PIPASA- Nicaragua; 2009

Para analizar los cambios o variaciones de la ventana de nacimiento debemos conocer el significado de este concepto:

Padrón *et al* (2005) la define como el número de horas comprendidas entre el nacimiento de los primeros y los últimos pollitos.

Tweed (2008) indica que es una investigación para verificar el número de pollitos nacidos después de que los huevos son transferidos de la máquina incubadora a la nacedora.

Salazar (2009) considera que es el período de tiempo durante el cual la mayoría de los pollitos en las bandejas ha eclosionado.

La ventana de nacimiento del lote 218 en la empresa PIPASA-Nicaragua tuvo un tiempo total de 23.5 horas, comenzando la eclosión de los pollitos a las 33 horas antes del saque, correspondiente a la cuarta inspección, indicando que se presentó un adelanto en el nacimiento comparado con los datos obtenidos por Cobb-Vantress (2008) donde indica que el porcentaje ideal de nacimientos por inspecciones varia (Ver anexo 10).

Según Cobb-Vantress (2008) a la cuarta inspección (33 horas antes del saque) idealmente ningún pollito ha nacido. Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que durante esta inspección nacieron 3.76 % de pollitos en las bandejas superiores, 1.37% en las bandejas medias y 0.25% en la inferiores.

A la quinta inspección (23 horas antes del saque) según Cobb-Vantress (2008) debe nacer el 25% de los pollitos (ver anexo 11); se demostró que en las bandejas superiores nació el 55.54% de pollitos, en las bandejas medias 36.62% y 18.67% en la bandejas inferiores a esta inspección; observándose un adelanto del nacimiento en las bandejas superiores contrario a la bandejas inferiores las cuales mostraron un atraso.

A la sexta inspección, correspondiente a las 13 horas antes del saque, los mismos autores señalan que idealmente debe haber nacido el 75 % de los pollitos (ver anexo12); en el estudio las bandejas superiores alcanzaron el 86.35% de pollo nacidos, las bandejas medias 82.10% y en las inferiores 74.31%.

En la séptima y última inspección (momento del saque) debe haber nacido el 100% (ver anexo 13) en la investigación se observó que el 88.82% de pollitos nacieron en las bandejas superiores, 87.91% en las medias y 81.76% en las bandejas inferiores.

Padrón *et al.* (2005), indican que el adelanto o retraso del nacimiento de los pollitos reduce el potencial de crecimiento durante la primera semana que aquellos que nacen durante el periodo pico (490 horas). Cobb-vantres (2008) y Salazar (2008) observaron que los nacimientos muy temprano ocasionan pollitos más susceptibles a problemas como deshidratación; la deshidratación a esta edad puede llevar a un incremento de la mortalidad acumulada entre los siete y catorce días de edad y a un pobre desempeño en la granja de engorde.

Si los pollitos están naciendo muy tarde el resultado puede ser baja incubabilidad, problemas en la calidad del pollito, aumento de pollitos muertos al picar y embriones vivos en huevos no nacidos (Salazar, Van de Ven (2008) y Padrón *et al.* (2005).

Cobb-Vantress (2008); Chik Master (2007); Padrón *et al.* (2005) y Plano (2005) mencionan los factores causantes de nacimientos tempranos:

- ▶ Período extendido de pre-calentamiento
- ▶ Incubación temprana de los huevos,
- ▶ Temperaturas incorrectas en las máquinas incubadoras y nacedoras,
- ▶ Áreas calientes dentro de las máquinas incubadoras y nacedoras,
- ▶ Ventilación incorrecta,
- ▶ Cambios de temperatura relacionados a estaciones,
- ▶ Número excesivo de huevos fértiles en la máquina nacedora
- ▶ Sistema de ventilación incorrecta en la sala (presión positiva alta o presión negativa baja).

Y consideran que los factores que ocasionan nacimientos tardíos son:

- ▶ Incubación tardía de los huevos,
- ▶ Temperaturas incorrectas de las máquinas incubadoras y nacedoras,
- ▶ Ventilación incorrecta,
- ▶ Cambios de temperatura relacionados a estaciones,
- ▶ Huevos almacenados por mucho tiempo,
- ▶ Huevos almacenados a temperaturas demasiada bajas,
- ▶ Patrón incorrecto de incubación en una maquina Multietapa-etapa,
- ▶ Problemas de infertilidad/enfermedad.

Además se encontró una desuniformidad en los nacimientos con relación a la posición de las bandejas, iniciando de forma más temprana los nacimientos en las bandejas superiores, seguidas de la media e inferior contrario a los estudios realizados por Cobb-vantress (2008) donde demuestra un nacimiento uniforme para todas las bandejas en cada inspección(ver anexo uno).

Los pollitos de las bandejas superiores al nacer más temprano están expuestos a la deshidratación y a perder peso, ocasionando una des-uniformidad dentro del lote ya que los pollitos de las bandejas inferiores pierden menos por su nacimiento tardío y no logran estar listos a la hora del saque provocando bajas en su calidad (Boerjan ,2005; Padrón *et al.*2005).

Boerjan (2005) señala que la combinación de vitalidad y uniformidad en un lote de pollitos, de un día, es prerequisite para que en conjunto con un óptimo manejo en la granja se logren las menores tasas de conversión de alimento posibles. De igual manera Van de ven (2008) deduce que la uniformidad de los pollitos de un día es una prioridad, ya que no solamente mejoran las tasas de crecimiento, sino que también disminuyen las pérdidas por mortalidad natural y matanza selectiva.

Van de ven (2008) menciona que la variación en el peso de los pollitos y por lo tanto la uniformidad en el momento de la colocación en granjas está influenciado por su peso al momento del nacimiento y la cantidad de tiempo que permanecen en la incubadora; pollitos que tienen que esperar en la incubadora por largos períodos de tiempo se deshidratan y pierden peso.

Van de ven (2008) señala que la duración del nacimiento dentro de un lote de pollitos en una incubadora causa variación en el tiempo en que los pollitos disponen de alimentos por primera vez; la demora de éste causa un efecto negativo sobre el peso corporal al momento del sacrificio, observándose que los pollitos que salieron antes del huevo mostraron diferentes tasas de crecimiento a los que nacieron después.

4.2 Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad

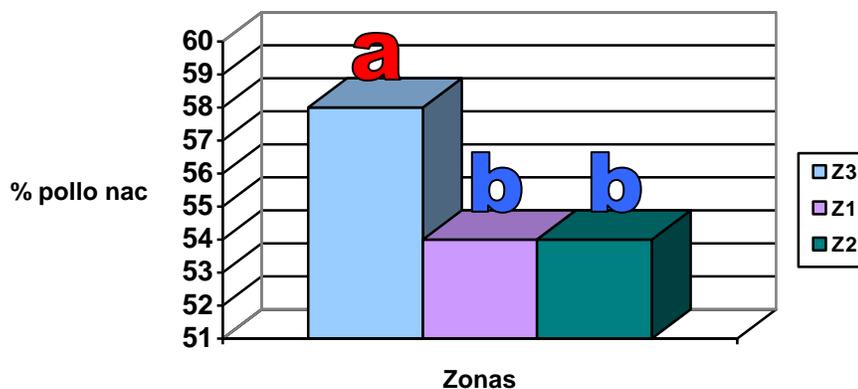


Figura 2. Efecto de la zona de la máquina incubadora sobre la incubabilidad, PIPASA-Nicaragua; 2009

El porcentaje promedio de los pollitos nacidos por zona fue de un 58 % para zona tres (Z 3), siendo un valor significativo ($P < 0.001$) en comparación con los obtenidos en la zona uno (Z 1) y zona dos (Z 2) que fueron de cincuenta y cuatro por ciento.

Esto se explica debido a la posición ventajosa con la que cuenta la zona tres (Z 3), al estar ubicada en un área más alejada de la puerta de la incubadora lo cual la exime de las corrientes de aire frío provenientes de la sala de incubación, que ingresan a la máquina cada vez que se necesita entrar para realizar cualquiera de las actividades de manejo (ovoscopia, carga, mantenimiento, limpieza, etc.), haciéndola más estable que las dos zonas frontales (Chick Master; 2007).

Esto debido a que la corriente de aire frío ingresa por un efecto de presión diferencial entre la sala de incubación (presión positiva) y el interior de la máquina; ya que los ductos de salidas de aire montados en el techo de la incubadora y que expulsan el aire viciado y exceso de calor al exterior, le confiere una presión negativa al interior; permitiendo la entrada de la masa de aire frío ocasionando fluctuaciones en la temperatura (Chick Master; 2007).

Coincidiendo de esta manera con Padrón *et al.* (2005), quienes afirman que las fluctuaciones momentáneas de la temperatura afectan la tasa de desarrollo embrionario, ocasionando un deceso en los nacimientos (incubabilidad).

4.3 Temperatura

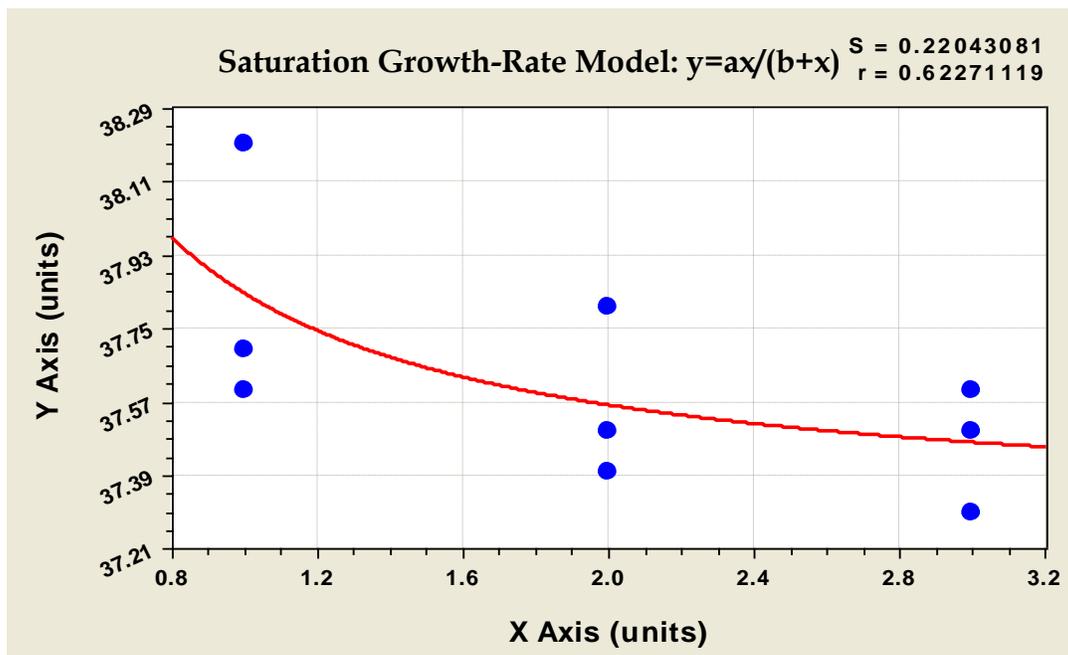


Figura 3. Relación de la Temperatura con la posición de la bandeja (superior, media e inferior) del lote 218 ;PIPASA-Nicaragua

Los huevos de las bandejas ubicadas en la parte superior de la máquina incubadora muestran temperaturas que oscilan en 37.6°C a 38.2°C, las oscilaciones de temperatura para los huevos en bandejas ubicadas en la parte media son de 37.4°C a 37.8°C, los huevos de bandejas ubicadas en la parte inferior predominan temperaturas bajas entre 37.3°C a 37.6°C.

La temperatura determinada en la empresa PIPASA- Nicaragua es de 37.5°C (99.5°F) para la máquinas incubadora en todo el proceso de incubación, el cual es medido por el programa de monitoreo *Galaxys*, en el estudio realizado se observó que los huevos de las bandejas superiores presentan temperaturas por encima de la optima mientras que los huevos de las charolas medias e inferiores presentan oscilaciones en la temperatura por debajo de la óptima.

El estudio efectuado comprobó también que estas variaciones de temperatura afectaron el porcentaje de incubabilidad del lote 218 de la empresa PIPASA-Nicaragua (ver anexo14).

Las variaciones de temperatura que presentan los huevos de las bandejas (superior, media e inferior) en la máquina incubadora es atribuido al efecto del flujo de aire en estas posiciones ya que por el efecto físico del mismo y la estructura en la máquina éste retorna más rápido a la parte superior de la misma, provocando una mayor transferencia del calor hacia los huevos de las bandejas superiores , mientras que en los huevos de las bandejas medias e inferiores el flujo de aire es menor ocasionando baja transferencia de calor manteniéndolos más fríos (Padrón *et al.* 2005;Mc Quoid,1999).

Según Van de ven (2008) y Meijerhof, (2003), señalan que el calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos, mencionando también la importancia de la velocidad del aire ya que a una velocidad alta del aire dará una alta transferencia de calor; una baja velocidad del aire dará una baja transferencia de calor. Esto significa que cuando hay una diferencia en temperatura entre el huevo y el aire, el valor de la velocidad del aire determinará la temperatura embrionaria en un momento determinado.

Ricaurte (2005), indica que mediante la circulación del aire en el interior del gabinete de incubación, llega a los huevos el calor y la humedad necesaria. El aire refresca el medio que rodea los huevos, en algunos casos y en otros contribuye a calentarlo. En cuanto a la velocidad de la corriente de aire, ésta debe ser la apropiada para proveer una temperatura uniforme a toda la incubadora, a fin de que el porcentaje de nacimientos sea uniforme en todas las secciones de la máquina.

Padrón *et al.* (2005), observó el efecto que tienen la ventilación y el flujo de aire dentro de una máquina con cargas múltiples sobre la variación de temperaturas embrionarias. Esta variación de temperatura se manifiesta entre otras cosas en los tiempos de incubación y nacimiento. Las bandejas localizadas en la parte baja de la máquina, tienden a ser más frías y a nacer más tarde que las bandejas localizadas en la parte superior que tienden a ser más calientes y a nacer más rápido, así mismo sugiere, que la variación de la temperatura de incubación, no debe desviarse más de 0.3°C de la temperatura óptima, existiendo una mayor tolerancia por parte de los embriones por abajo que por arriba de lo óptimo.

Vásquez (2008), señala que las incubadoras presentan variaciones de temperatura por zonas, según su sistema de ventilación, las áreas donde la velocidad del aire es menor la temperatura tiende a ser más alta, lo importante es conocer que áreas de la incubadora presentan las temperaturas más elevadas para prevenir el sobrecalentamiento de los huevos.

Boerjan (2008), señala que una variación de 0.5° C por encima de los 37.5° C causará un adelanto de los nacimientos aproximadamente de 24 horas una variación de 0.5° C, por debajo de los 37.5° C causará una demora en el nacimiento.

Wineland y Oviedo (2006), indican que las temperaturas elevadas durante los últimos 4 días de incubación tienen efectos adversos sobre el crecimiento del embrión y el desarrollo del tracto gastrointestinal. Las elevadas temperaturas reducen la masa de los tejidos y la actividad enzimática.

Bustamante *et al.* (2009) y Ricaurte (2005) observaron que al comienzo de la incubación, los embriones no están preparados funcionalmente (ni orgánicamente) para emitir calor; por esta razón, reaccionan como los organismos de sangre fría, es decir, cuando la temperatura del aire se eleva, aumenta el metabolismo de los embriones. Si la temperatura disminuye, el metabolismo decrece igualmente.

Por tanto, el aumento de la temperatura favorece la multiplicación celular, la formación de las capas y las membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y saco vitelino), así como la nutrición. En resumen, se incrementa el ritmo de crecimiento y desarrollo de los embriones (Fasenko, 2008, Del Pino, 2000).

Van de ven (2008), concluyó que la temperatura de incubación influye en la tasa de desarrollo embrionario y crucialmente hace falta una temperatura homogénea dentro de la incubadora para alcanzar la menor variabilidad de la eclosión. Esto significa que las incubadoras deben estar diseñadas de tal manera que proporcionen condiciones de incubación uniformes para mantener un desarrollo embrionario igual y sincronizado para cada huevo dentro de la máquina.

El mantener el patrón natural de temperaturas del embrión y de la cáscara durante cada fase del desarrollo embrionario significa que las condiciones óptimas varían durante el proceso de incubación. Por consiguiente, las condiciones óptimas para una incubación uniforme sólo se pueden lograr con una incubadora de etapa única (Salazar, 2009; Petersems News, 2008; Mc Quoid, 1999).

Boerjan (2005), observó que si la distribución de la temperatura no alcanza los requerimientos de cada huevo en particular, y por lo tanto de cada embrión individual colocado en la incubadora, los embriones crecerán a distintas tasas de crecimiento, resultando en un largo período de nacimiento.

4.4 Humedad Relativa

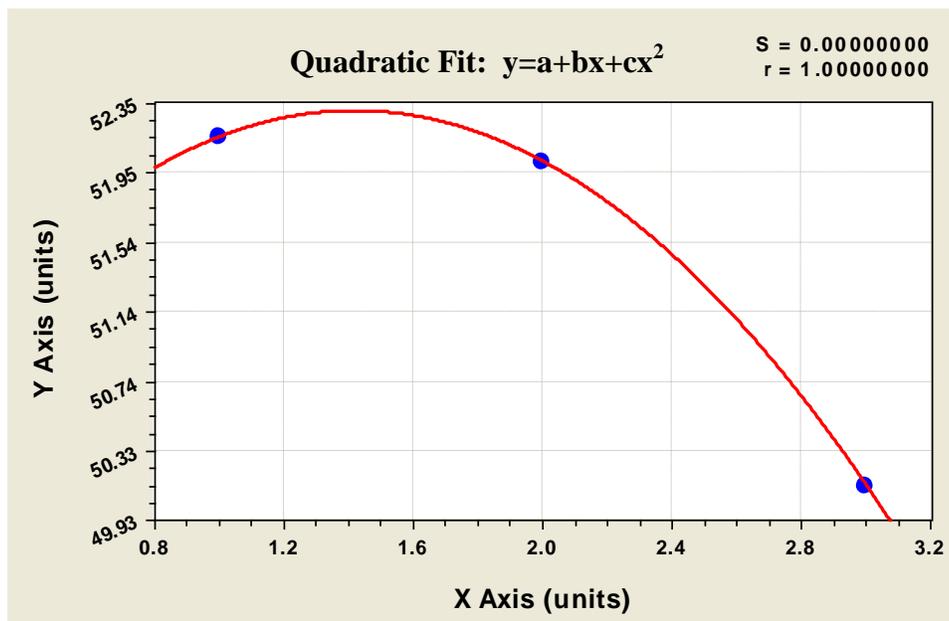


Figura 4. Relación de la Humedad Relativa con la posición de la bandeja (superior media e inferior) lote 218; PIPASA-Nicaragua

Los huevos de las bandejas ubicadas en la parte superior de la máquina incubadora mostraron una humedad relativa de 52.15 %, las bandejas ubicadas en la parte media presentan una humedad de 52.01 y en las bandejas inferiores es de 50.13%.

La humedad relativa estipulada en la empresa PIPASA- Nicaragua es de 53.07% (84.5°F en bulbo seco) el estudio determinó que existen variaciones de la misma en las diferentes posiciones (superior, media e inferior) el cual se encuentran por debajo de lo óptimo sin embargo son las charolas medias e inferiores que presentan humedades más bajas.

El estudio realizado comprobó que estas variaciones en la humedad relativa disminuyen el porcentaje de incubabilidad (ver anexo 15).

Quintana (1999) menciona la importancia que tiene el correcto manejo de la humedad en la máquina incubadora para el desarrollo del embrión ya que si la humedad es muy alta, el embrión no se oxigena lo suficiente, lo que producirá asfixia, o bien intoxicación al no poder eliminar el dióxido de carbono, tampoco el huevo podrá eliminar humedad de su interior y muchos pollitos al nacer se notaran esponjosos, con el abdomen abultado y grande. Altas humedades retardan el nacimiento y reducen el número de pollitos producidos, los cuales tendrán aspecto poco vivaz y como adormecidos.

Sí la humedad de la máquina es baja, el huevo perderá mucha agua se deshidratará, los pollitos que nazcan serán más pequeños, con un aspecto reseco y áspero en el plumaje. La baja humedad principalmente en la máquina nacedora causa también la muerte de muchos pollitos dentro del cascarón o una alta incidencia de los que picaron el cascarón y no nacieron, los que logran nacer, serán débiles y tendrán problemas de alta mortalidad durante la primera semana de vida en las granjas (Quintana; 1999).

Butamante *et al.* (2007) señala que de la humedad del aire depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. Por otra parte el aire seco es mal conductor de calor y, por tanto, se hace necesario humedecerlo.

Al principio de la incubación se provoca una saturación de la humedad para que el huevo no pierda excesiva agua, a medida que la incubación avanza el huevo va evaporando parte de su contenido de ésta, hasta perder, por término medio, un 11,5% del peso originario del huevo, la pérdida debe ser suficiente para que la cámara de aire alcance el tamaño adecuado para que el embrión pueda realizar la transición respiratoria córion-alantoidea a respiración pulmonar (Salazar, 2009).

Esto depende también del espesor de la cáscara y en virtud de ésta, se le dará algo más o menos de humedad. El humedecimiento del aire en las incubadoras y las nacedoras se produce con ayuda de la aspersion de agua y su consiguiente evaporación y diseminación por todas las zonas de la cámara de incubación (Sardá, 2002; Vaca, 1998).

Bustamante *et al.* (2007) sugiere utilizar humedades de 84 –86°F en el bulbo húmedo, lo que corresponde a una humedad relativa de un 57– 60% por otra parte Callejo (2007) considera que la humedad relativa durante el proceso de incubación debe situarse entre el 50 y el 55%, mientras que Torres (2006) sugiere humedades de 80°F a 83°F.

4.5 Edad de la Reproductora

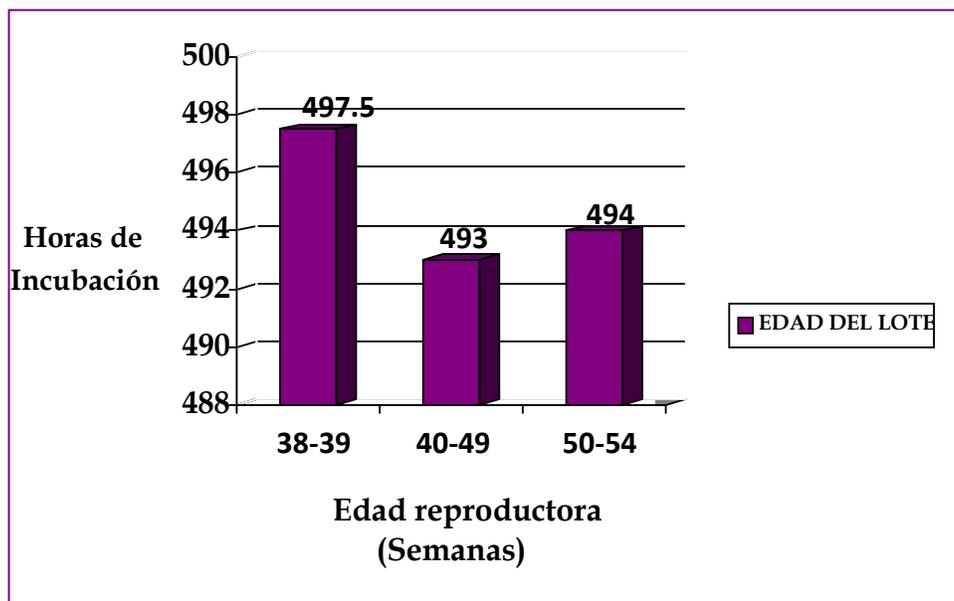


Figura 5. Efecto de la edad de la reproductora, del lote 218, sobre el tiempo de incubación, PIPASA-Nicaragua; 2009

En reproductoras menores de 40 semanas de edad el tiempo de incubación fue mayor (497.5 horas); para lotes de 40 a 49 semanas de edad fue de 493 horas promedio y de 494 horas promedio para los lotes mayores de 50 a 54 semanas.

Concordando con los datos encontrados por Van de Ven (2008) y Salazar (2009), quienes consideran que el tiempo de incubación y por ende la duración del nacimiento (ventana de nacimiento) dura más en lotes de reproductoras jóvenes; contrario a lotes de reproductoras maduras, pues la edad de la reproductora afecta el nivel de desarrollo embrionario; por consiguiente el primer grupo requiere de tiempos de incubación más largos.

Al momento de la postura los huevos de reproductoras maduras contienen embriones en un estadio más avanzado de desarrollo (gástrula temprana) con mucha más frecuencia que lo que sucede en huevos puestos por lotes de reproductoras más jóvenes; por lo que al ser expuestos a las condiciones óptimas de incubación los embriones de la reproductora madura inician su desarrollo con mayor cantidad de células que los jóvenes (Ricaurte, 2005; Shanawany, 1994 citado por Salazar, 2009).

Aunque en el presente trabajo no se tomó como referencia el peso ni el grosor de la cáscara del huevo según la edad de las reproductoras sobre la duración del nacimiento; en teoría se concuerda con Vázquez *et al.* (2006) quienes consideran importante, que el intervalo del nacimiento puede verse afectado por muchos factores; entre ellos, la composición, el tamaño y peso del huevo; o bien, los relativos exclusivamente a la operación comercial, como son: el tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales bajo las que opera la máquina incubadora

Hudson *et al.* (2004) citado por Padrón *et al.*(2005), han encontrado que el tiempo de incubación tiende a incrementarse entre las 53 y 65 semanas (final de la puesta) debido a un envejecimiento de las gallinas y por ende un deterioro en la calidad del cascarón y un aumento del tamaño del huevo (los huevos grandes, 69.6 g., nacen mas tarde que los huevos pequeños); pues se reducen las reservas de calcio y el metabolismo de las aves para procesarlo permitiendo un mayor ingreso de liquido durante la formación del mismo.

La edad de la reproductoras tiene influencia directa con la calidad del pollito pues según Pachón (2007), los lotes de Reproductoras jóvenes producen pollitos mas pequeños, que son menos tolerantes a condiciones adversas y deben ser enviados y alojados mas rápidamente en granja. Frecuentemente los huevos de estos lotes presentan nacimientos mas prolongados (Amplitud de Nacimiento) por lo que existe mas riesgo de deshidratación de los que nacieron primero y podría presentarse un poco mas de contaminación en aquellos que nacen al final.

Para Vázquez *et al.* (2006) los lotes de reproductoras maduras, producen pollitos de mayor tamaño que logran un nacimiento más uniforme, sin embargo al final del ciclo se presenta calidad de cáscara más pobre lo que aumenta el riesgo de contaminación bacterial.

El tamaño del huevo influye en la viabilidad de los pollitos (El peso del pollito es normalmente 66-68% del peso del huevo) en el sentido de que los huevos de gran tamaño producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario, los huevos excesivamente pequeños producen pollos deshidratados, de pequeño tamaño y muy débil al nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación (Cobb- vantress, 2008; Callejo, 2007 Ricaurte, 2005).

4.6 Tiempo de almacenamiento del huevo (edad del huevo)

Cuadro1. Tiempo promedio de almacén del huevo del lote 218; PIPASA-Nicaragua, 2009

Edad de la Reproductora (semanas)	Días de Almacén
38	5
39	5
40	4
41	4
42	4
43	6
44	6
45	6
46	4
47	5
48	6
49	5
50	5
51	5
52	5
53	5
54	5
Almacén Promedio	5

El tiempo promedio de almacenamiento del huevo encontrado en la planta de incubación PIPASA-Nicaragua fue de 5 días.

Según North y Bell (1993) citados por Vásquez (2008), aseguran que sí los huevos se almacenan por menos de 5 días no se afecta el porcentaje de nacimiento y por ende los efectos negativos al nacimiento y calidad de los politos son mínimos.

Pese a esto los mismo autores mencionan: “El almacenaje del huevo incubable es una práctica común dentro de la industria aviar, sin embargo afecta negativamente la calidad del huevo, el desarrollo embrionario, la calidad del pollito de un día, extiende el tiempo de incubación y afecta el desarrollo durante la primera semana de vida. El retraso en el nacimiento se estima en 40 minutos y su incubabilidad se puede reducir hasta un 1% por cada día de almacén mayor a 5 días”.

Se sabe que el almacenamiento de los huevos previo a la incubación influye en la iniciación y tasa del desarrollo embrionario, por lo que se debe de tomar en cuenta la edad del lote materno al momento de almacenar ya que según Vásquez (2000), el tiempo de almacenamiento óptimo depende de la edad de la parvada reproductora ya que éste tiene influencia directa sobre el desarrollo embrionario (North y Bell, 1993 citado por Vázquez ,2005; Fasenko, 2008).

Cuando los huevos fértiles se conservan a temperatura de 18.3 °C (65 °F), se detiene por completo el desarrollo embrionario y esto hace que la temperatura dentro del huevo caiga rápidamente por debajo del cero fisiológico (la temperatura mínima por encima de la cual se lleva a cabo el desarrollo embrionario) provocando su debilitamiento y menor vitalidad al ser colocados en las incubadoras; por lo que, dependiendo del número de días almacenados, se necesitará adicionar tiempo de incubación extra (1 hora por día aproximadamente) (van de Ven, 2008; Callejo, 2007, Ricaurte, 2005).

Van de Ven (2008), cita un ejemplo de la influencia del tiempo de almacén del huevo sobre el tiempo de nacimiento; refiriéndose al recientemente estudio realizado por la Universidad de Lovaina (2003), donde se confirmó que la regla general de los encargados de la planta de incubación de : “añadir una hora al tiempo de incubación por cada día de almacenamiento mayor a 5” es un hecho, pues hicieron falta 16 horas adicionales de tiempo de incubación para los embriones de huevos Cobb almacenados durante 18 días, en comparación con los huevos que habían estado almacenados durante tres días.

Ruiz y Lunam (2002) citados Padrón *et al.* (2005), demostraron un retraso en el desarrollo embrionario, medido en el tiempo de incubación, en huevos que fueron almacenados a 10°C por 9-11 días , comparados con huevos que fueron almacenados a 16.5°C: los pollitos que salieron de los huevos en almacenamiento ‘frío’ requirieron un tiempo de incubación significativamente mayor.

Padrón *et al.* (2008), citan un estudio realizado por Tona *et al.* (2004) donde se encontró que el almacén prolongado del huevo hasta por 14 días afectó más el desempeño durante la primera semana de pollitos provenientes de lotes de reproductoras jóvenes (35 semanas), que el de pollitos de reproductoras de 45 semanas de edad.

Ricaurte (2005), considera que el desarrollo embrionario no puede ser visto como algo aislado de las condiciones del medio que rodea a los huevos durante la incubación explica que el embrión durante el almacenamiento del huevo realiza intercambio de gases que ocurre a través de los poros de la cáscara. El dióxido de carbono sale del huevo y su concentración disminuye rápidamente durante las primeras 12 horas después de que el huevo ha sido puesto. Los huevos también pierden vapor de agua durante el almacenamiento. Esta pérdida de dióxido de carbono y vapor de agua contribuyen a la pérdida de incubabilidad y calidad del pollito después del almacenamiento.

Según Cobb- vantress (2008) los principales efectos en el almacenamiento del huevo son:

- 1 El almacenamiento prolonga el tiempo de incubación. En promedio, un día de almacenamiento adiciona una hora de tiempo de incubación. Esto se debe tener en cuenta cuando los huevos están establecidos, de esta manera huevos frescos y huevos almacenados deben ser establecidos en tiempos diferentes.
- 2 Tiempos prolongados de almacenamiento afectan la incubabilidad. Este efecto aumenta con el tiempo de almacenamiento después del período de seis días, resultando en una pérdida de 0.5 a 1.5% por día con mayores pérdidas si se extiende el almacenamiento.
- 3 La calidad del pollito será afectada y por consiguiente el peso del pollito puede ser disminuido por huevos que han estado almacenados por 14 días o más.

4.7 Volteo de los huevos

Las máquinas incubadoras en la empresa están programadas para efectuar un volteo lateral automático de 45° cada hora; durante los 18.5 días del proceso de incubación.

Este dato concuerda con Sardá (2002) quien considera que el desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados (virados) periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. Además Nilipour (1998) citado por Vázquez (2008) recomienda que el ángulo del volteo debe ser de 45 grados respecto de la vertical imaginaria (eje horizontal) de tal forma que en 2 horas los huevos hayan girado 90 grados.

El objetivo de voltear los huevos es exponer a los embriones a los nutrientes y oxígeno, así como evitar que éstos toquen la cáscara y se queden pegados ocasionándoles la muerte en particular durante los primeros seis días de incubación. A esto contribuye el hecho de que el peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara, en la zona de la cámara de aire (Sardá, 2002; Vázquez, 2008).

Según Vaca (1998), la **frecuencia** del volteo es de mayor importancia durante las primeras semanas de incubación; luego esta necesidad va disminuyendo hasta hacerse innecesario los días 20 y 21 cuando los huevos están en la hacedora; esto se explica por que el embrión ya a partir del sexto día empieza a efectuar movimientos voluntarios o contracciones que impiden que se pegue a las membranas de la cáscara.

Cobb- Vantress (2008) y Fasenko (2008), aseguran que a medida que el embrión se desarrolla la producción de calor aumenta, por ello un volteo regular ayuda al flujo del aire y por tanto al enfriamiento de los mismos.

Uriarte (1998), encontró que los huevos no pueden girar en círculo (360°) ya que esto provoca la ruptura del saco alantoides y la posterior muerte del embrión, es por ello que **el ángulo** juega un papel importante en el desarrollo embrionario.

Cuadro 2. Efecto del ángulo de volteo de los huevos durante la incubación

Angulo de volteo respecto a de la vertical	Porcentaje de nacimiento de los huevos fértiles
20 °	69.3
30 °	78.9
45 °	84.6

Fuente: North y Bell ,1993

Un insuficiente volteo provoca que los pollitos nazcan en posiciones anormales, deformes o con el plumón áspero (Vaca ,1998).

Sí la manera como se voltean los huevos (frecuencia y ángulo) no es la adecuada, la incidencia de malas posiciones en el embrión aumenta, pues si el huevo no se vira la dos capas gruesa de albumen se ponen en contacto y el embrión muere (Ricaurte, 2005; Uriarte 1998).

El intervalo de volteo tiene efecto en el porcentaje de nacimiento; pues la falta de volteo puede ocasionar pérdida de un 50 % del nacimiento (Nilipour, 1998 citado por Vázquez, 2008).

Uriarte (1998) cita pruebas realizadas sobre la frecuencia del volteo; donde encontraron que no voltear el huevo durante la incubación produjo sólo un 23% de los nacimientos, hacerlo durante 7 días nacieron un 75% y voltearlo durante 18 produjo un 98% de los nacimientos.

4.8 Calidad de los pollitos

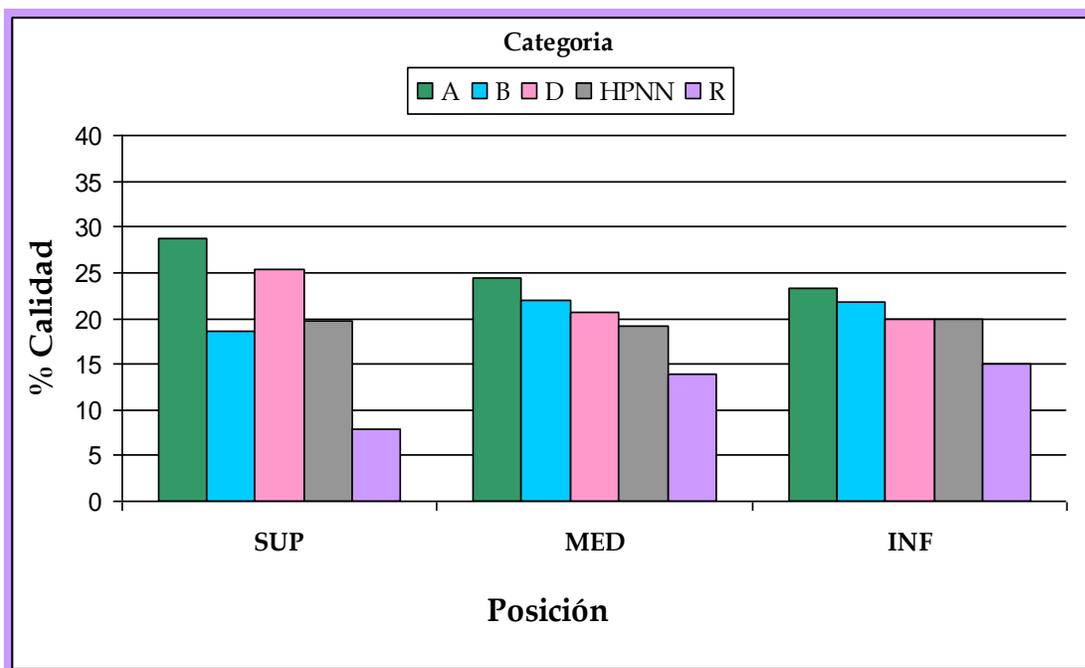


Figura 6. Calidad del pollito nacido del lote 218 por posición; PIPASA- Nicaragua; 2009

Según Pachón (2007) y Cobb -Vantress (2008) un pollito de buena calidad (clase A) presenta:

- 1 Alerta, fuerte y activo (vitalidad)
- 2 Buena uniformidad (peso homogéneo)
- 3 Patas fuertes y sin lesiones (conformación)
- 4 Plumón brillante
- 5 Ombligo bien cicatrizado
- 6 Pico bien formado y huesos fuertes
- 7 Libre de defectos anatómicos (Picos cruzados, patas etc.)
- 8 Libre de contaminación bacteriana
- 9 Niveles adecuados de anticuerpos
- 10 Reacción a vacunas de tipo respiratorio al día de edad dentro de límites normales
- 11 Buena tolerancia a desviaciones menores en el manejo inicial.

El porcentaje de pollitos clase A fue mayor en las bandejas ubicadas en la posición superior de la máquina incubadora (28.65%) seguido de las media (24.4%) e inferiores (23.18%).

El pollito con calidad B (ver anexo 16), en la empresa PIPASA-Nicaragua, se clasifica por las siguientes características:

- * Ombligo mal cicatrizado
- * Tarsos enrojecidos
- * Húmedos
- * Bajos de pesos etc.

El porcentaje de pollitos clase B fue mayor en las bandejas medias (22.01%) e inferiores (21.82%) las bandejas superiores presentaron el menor porcentaje (18.54%).

La causa del mayor número de pollitos clase B en las bandejas medias e inferiores se debe a la presencia de bajas temperaturas en estas posiciones ocasionada por una desuniformidad en la corriente de aire.

Chik Master (2005), atribuye la incidencia de pollitos mojados, con ombligo mal cicatrizado, blando y tarsos enrojecidos a las bajas temperaturas en incubación, altas humedades en incubadora, nacedora y ventilación inadecuada.

Wineland y Oviedo (2006), menciona que las temperaturas bajas afectan la calidad del pollito, incubabilidad y eclosión ya que necesitan calor para el desarrollo de los órganos, la mala ventilación no proporciona calor uniforme sobre todos los huevos.

Plano (2005), atribuye que los pollitos grandes, con el abdomen abultado y blando se deben a bajos promedios de temperatura, sobre todo en incubación.

Pollitos para recuperación (R):

Son pollitos débiles y demasiado húmedos a causa del nacimiento tardío, ocasionado por bajas temperaturas estos son enviados a recuperación la cual consiste en proporcionar horas extra de incubación, el mayor porcentaje se encuentran en las bandejas medias (13.88%) e inferiores (15%), en las bandejas superiores el porcentaje es menor (7.87%).

North y Bell (1993) citado por Vázquez (2005), comprobaron que las bajas temperaturas son menos letales y menos frecuentes durante el proceso de incubación pero no por eso menos importantes, exposiciones a bajas temperaturas alargan el periodo de nacimiento y provocan un decremento significativo en la calidad del pollito, debidas básicamente a mal posiciones embrionarias y mayor porcentaje de pollitos para recuperación.

Pollitos para descarte (D): son los que presentan patologías por las cuales no son viables para el engorde e implican un riesgo para la parvada ya que son más susceptible a contraer enfermedades por esta razón deben ser sacrificados (ver anexo 17).

Los resultados encontrados en el estudio de pollitos de descarte, coinciden con el realizado por Plano, (2005) el cual describe las principales características y causas de los pollitos de descarte:

- ✿ Pollitos con ombligo congestivo sin cerrar se debe a altas temperaturas o variaciones y alta humedad en nacedora.
- ✿ Pollitos con botones en el ombligo se debe a que parte del saco vitelino y tejidos extraembrionarios no son completamente absorbidos al momento de obturarse el orificio umbilical.
- ✿ Pollitos con onfalitis es causado por dos factores el cierre incompleto del orificio umbilical y una contaminación bacteriana en la zona.
- ✿ Pollitos muertos en las nacedoras deshidratados y tamaño menor al normal es por perdida de humedad mas allá de lo esperado.
- ✿ Pollito con hernia cerebral se relaciona mayormente con altas temperaturas y algunas veces con volteo inadecuado.
- ✿ Pollitos que no se pueden parar es debido a ventilación inadecuada o sobrecalentamiento en algún momento del proceso de incubación.
- ✿ Pollito con deformaciones congénitas.

El porcentaje de pollitos para desechos fue mayor en la bandeja superior (25.28%) seguido de las bandejas medias (20.57%) e inferiores (20%).

Ricaurte (2005), señala que una temperatura elevada en la incubadora acelera la embriogénesis y los órganos pueden no crecer sincronizados. Las altas temperaturas en la máquina están asociadas con problemas en el desarrollo del cerebro y los ojos, mientras que las temperaturas más bajas de lo normal retardan el crecimiento.

Padrón *et al.* (2005); North y Bell (1993) citado por Vázquez (2005), mencionan que las temperaturas por encima de la óptima, tienden a reducir el tiempo de incubación y afectan la absorción de saco vitelino y el desarrollo de órganos vitales como corazón y órganos del aparato digestivo. Si la temperatura es por debajo de la óptima, el tiempo de incubación se alarga y también puede afectar la transformación del saco vitelino en tejidos.

Plano (2005) encontró que las altas temperaturas entre los 11 y 18 día de incubación causan mala cicatrización del ombligo o humedades muy altas que no permiten que las membranas anexas al embrión se contraigan adecuadamente al momento de la absorción del vitelo. La presencia de pollitos débiles es causada por las altas temperaturas en nacedoras, mala ventilación y exceso de formalina en las nacedoras.

Wineland y Oviedo (2006), mencionan que las altas temperaturas tienen un efecto negativo sobre el consumo de oxígeno necesario para la utilización de la yema y otros nutrientes, el pollito se ve obligado a utilizar nutrientes de los músculo e hígado en forma de glucógeno una vez que el pollito agota sus reservas y si llega a nacer este es débil y de mala calidad. Encontrando también que las altas temperaturas afectan la actividad de la hormona tiroidea el desarrollo del intestino, los huesos y los músculos al nacimiento de los pollitos comprobando que esto afecta la incidencia de problemas de patas.

Quintana (1999), indica que los pollitos de desecho se presentan por varias causas una de ellas son las altas temperaturas que provocan nacimiento adelantados causando deshidratación y muerte, pollitos pequeños, débiles y deformaciones tales como dedos torcidos, patas abiertas, plumón corto y seco, picos cortos, sin picos, deformaciones en la cara, cerebro expuesto, falta de ojos y otras anomalías en los ojos.

Boerjan (2005), señala que la exposición constante a altas temperaturas tiene un efecto adverso sobre la maduración y la eclosión, provocando muchos pollitos, con ombligos mal cicatrizados y con codos rojos.

Huevo picado (HP): huevos con pequeñas fisuras ocasionadas por el picaje del pollito sin embargo estos no logran eclosionar.

El porcentaje de huevos picados en las bandejas inferiores es de (20%) las bandejas superiores presentan (19.66%) y las bandejas medias (19.14%).

El porcentaje de huevos picados es mayor para las bandejas inferiores ya que estas están expuestas a una temperatura y humedad más bajas en comparación con las bandejas superiores y medias pero existen varios factores que pueden afectar la eclosión como lo señala Chick Master (2008) y Plano (2005) entre estas están:

- * Temperatura baja y alta humedad en el período de incubación los pollitos; debido al poco tamaño de la cámara de aire pican muy arriba en el polo superior del huevo el pico sangra y los tarsos están enrojecidos.
- * Bajo porcentaje de humedad en incubadoras y nacedoras
- * Temperaturas altas como bajas por periodos cortos y mala circulación de aire.
- * Incremento de temperatura en nacedoras

- * Humedad excesiva en los últimos 4 días de incubación
- * Ventilación excesiva
- * Volteo inadecuado
- * Fumigación durante el nacimiento
- * Huevos colocados al revés
- * Traumatismos durante la transferencia

Según Quintana (1999), la falta de humedad durante la incubación ocasiona un mayor porcentaje de pollitos que pican el cascarón y no eclosionan, pues se secan dentro de él, algunos nacen pequeños y duros (deshidratados), otros nacen con plumón corto. La cámara de aire aumenta y se presentan hemorragias del blastodermo; la falta de humedad ocasiona también la presencia de embriones hemorrágicos, hipertrofia y degeneración del hígado y riñones, y presencia de ácido úrico en el líquido alantoideo.

Wineland y Oviedo (2006), determinaron que las temperaturas altas durante los últimos 4 días de incubación tienen un efecto negativo sobre los músculos del picaje, la pierna y la pechuga. Tanto el músculo del picaje, el cual es un músculo de permanencia transitoria y el músculo de la pierna, tienen importancia durante el proceso de eclosión y su degradación esta correlacionada con mortalidad al momento de la eclosión.

4.9 Embriopatías identificadas

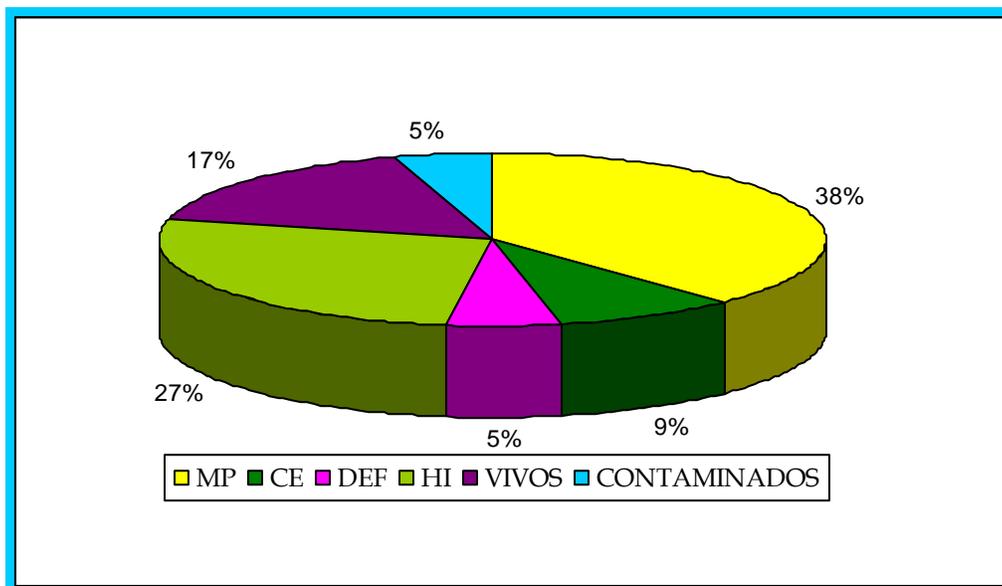


Figura 7. Embriopatías presentes en el lote 218, PIPASA-Nicaragua, 2009

Ricaurte (2005); Sardá y Pavón (2003), afirman que: “Cuando los huevos que no eclosionaron se examinan, pueden encontrarse varios tipos de anomalías probables, las cuales producen pérdidas en la planta de incubación de ahí que la Embriodiagnosia sea una fuente muy valiosa de información, tanto sobre el manejo de la incubadora y de los huevos; como sobre posibles problemas en los reproductores”.

Dentro de las principales embriopatías encontradas a las necropsias están:

Las **malas posiciones (MP)** con una frecuencia de 38%. Según Höfle (2009) y Ricaurte (2005), el embrión con mala posición no adopta la colocación correcta para su nacimiento (Cabeza debajo del ala derecha y dirigida hacia la cámara de aire en el polo ancho del huevo); esto no le permite ser capaz de picar las membranas, la cáscara, y de nacer con normalidad (ver anexo 18).

La mayoría de los huevos con embriones en mala posición incluyen embriones muertos en el cascarón como resultado del cansancio o la falta de oxígeno; otros huevos contienen embriones vivos tratando de picar pero imposibilitados por la posición dentro del mismo (Fasenko, 2008).

La observación de malas posiciones sólo suele ser significativa, en cuanto a la muerte del embrión, si se encuentra en las últimas 24-48 horas antes del nacimiento y pueden tener causas comunes que frecuentemente están ligadas a fallos de incubación (Höfle, 2009).

Uriarte (1998), aclara que existen diversas malas posiciones que el embrión puede adoptar.

Cuadro 3. Malas posiciones más comunes en el embrión de pollo

Mala posición	Descripción
I	Cabeza entre las patas
II	Cabeza en el ángulo obtuso del huevo
III	Cabeza bajo el ala izquierda
IV	Cabeza contraria a la celda de aire
V	Patas sobre la cabeza
VI	Pico encima del ala derecha

Un 27% de **huevos infértiles o no fecundados (HI)** que según Plano (2005); son huevos que no fueron fecundados y por lo tanto no presentan desarrollo embrionario; observándose en ellos únicamente el blastodisco (indicador de infertilidad) que es una formación blanquecina de 3 a 4 mm (ver anexo 19). Las causas siempre están asociadas a problemas en las garras reproductoras.

Mauldin (2008) considera que hay tres criterios que deben usarse para determinar la fertilidad o infertilidad de un disco germinal a saber: forma, tamaño e intensidad de color.

1. Forma: Después de una observación atenta, un blastodermo (indicador de fertilidad) es siempre redondo (es decir casi perfectamente uniforme y simétrico) se ve como un anillo simétrico blanco con un área clara en el centro del anillo.

El blastodisco (indicador de infertilidad) es rara vez perfectamente redondo, y tiene bordes dentados desiguales. Hay comúnmente más espacios vacuos (burbujas) presentes en la periferia del blastodisco que en la periferia del blastodermo.

2. Tamaño: El blastodermo es casi siempre más grande en su aspecto (de una cuarta a una tercera parte más grande) que el blastodisco.

3. Intensidad del Color: El blastodermo casi siempre parece ser de un color blanco menos intenso que el del blastodisco.

El blastodisco parece más un punto pequeño de color blanco intenso sobre la superficie de la yema. A veces el blastodisco es granulado. En vez de un solo punto blanco, puede haber varios puntos blancos agrupados.

Se obtuvo el 17% de **embriones vivos (vivos)**; en esta categoría se incluyen embriones completos pero débiles que no son capaces de romper el cascarón o lo hacen con mucho esfuerzo; pueden o no presentar el saco vitelino parcialmente absorbido por la pared abdominal (Chick Master ,2008; Plano 2005; Ricaurte 2005). Por lo general son el resultado de malas posiciones y de nacimientos tardíos; aunque su incidencia responde a causas muy disímiles (Sardá y Pavón, 2003).

Resultaron un 9% de embriones con **cerebro expuesto (CE)**, categoría que corresponde a embriones que presentan hernia cerebral o encefalocele, en los cuales el contenido cerebral se exterioriza como consecuencia de un defecto óseo del cráneo (Ricaurte 2005; Plano 2005).

Como toda malformación tiene diversas causas pero mayormente se le relaciona con alta temperatura durante la incubación y al volteo inadecuado (Höfle ,2009; Chick Master ,2008; Plano 2005).

Muchas veces se interpreta a esta malformación como un problema exclusivamente hereditario, si bien puede haber herencia involucrada, también hay factores relacionados con la granja de reproductores; por ejemplo la deficiencia de manganeso (probablemente interviene en la respiración celular) en la dieta de las reproductoras produce que su progenie presente mayor incidencia de pollitos con falta de formación del cráneo (Quintana 1999).

Se encontraron un 5% de **embriones con deformidades (DEF)**, en los que se observó anomalías anatómicas (defectos morfológico) que pueden acompañarse de mala posición y responden a etiologías muy diversas como: factores genéticos, nutricionales (deficiencia de vitaminas y minerales en los reproductores), de manejo (fallos en factores ambientales) y micotoxinas (Chick Master ,2008; Fasenko, 2008; Plano 2005; Ricaurte ,2005; Quintana, 1999). Casi todas las malformaciones ocurren a partir del decimotercer día (Sardá y Pavón, 2003; Quintana, 1999).

De acuerdo a Ricaurte (2005) y Uriarte (1998) las principales deformidades encontradas en la industria aviar se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Deformidades más comunes en el embrión de pollo

Deformidad	Descripción
I	Cerebro expuesto
II	Sin ojo(s)
III	Cuatro patas
IV	Pico deforme (campilognatia, pico de loro, etc.)
V	Sin pico superior
VI	Patas deformes y torcidas

Se obtuvo un 5% de huevos contaminados, en esta categoría se incluyeron huevos que presentaron olor fétido, color de la yema totalmente oscura, amorfa y estallaban al tocarse (ver anexo 18) coincidiendo con la clasificación de Saint (2002).

Para Plano (2005) y Martínez (1999), la incidencia y presencia de estos huevos varía tanto en función de la higiene y manejo de la granja de reproductoras, de la planta de incubación así como de la calidad e integridad de la cáscara del huevo. La contaminación puede deberse a hongos o bacterias

Los microorganismos más comunes que suelen contaminar los huevos y que tienen efecto negativo sobre la incubabilidad son: *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* y *Pseudomonas spp.* (Valle, 2001 citado por Vázquez, 2005).

Como consecuencia del metabolismo de estas bacterias de la putrefacción se descomponen proteínas y grasas. Las proteínas se descomponen junto con aminoácidos y se originan: Ácido sulfhídrico, Hidrógeno Metano, Anhídrido carbónico, Aminas, Amoníaco (Paredes, 2009).

Al oxidarse los ácidos grasos se producen cetonas (enranciamiento), se alteran las características organolépticas del contenido del huevo, la cáscara se torna color gris y se presenta el olor descompuesto (Paredes, 2009).

4.10 Mortalidad embrionaria por períodos (Embriodiagnosis)

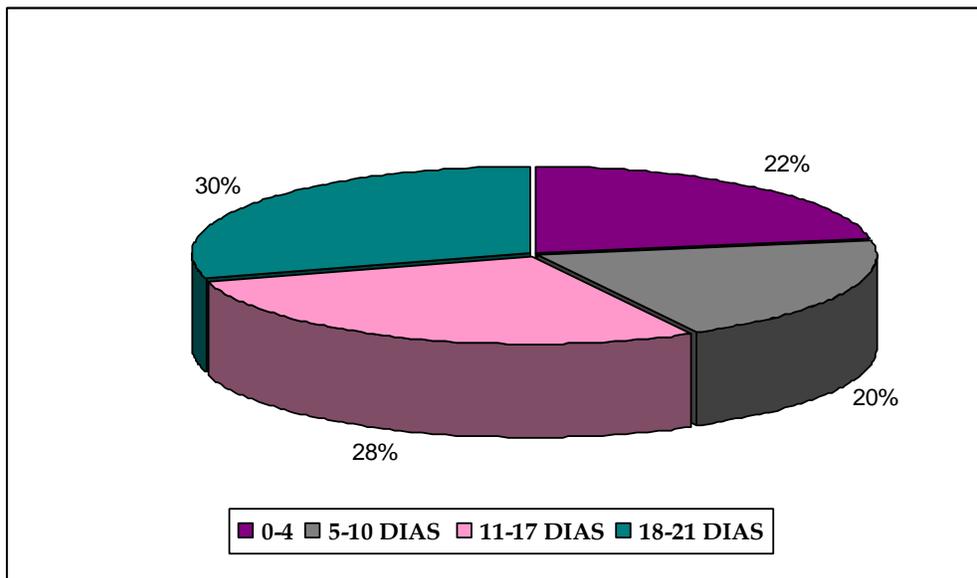


Figura 8. Mortalidad embrionaria del lote 218 por períodos, PIPASA-Nicaragua, 2009

Según Vázquez et al. (2006) y Ricaurte (2005) en la práctica se distinguen 4 categorías para la mortalidad embrionaria por etapas; éstas de acuerdo al periodo en el cual ocurrió la muerte del embrión y según la clasificación de North y Bell (1998) estos períodos van en intervalos de:

Cuadro 5. Clasificación de la mortalidad embrionaria por categoría

Período	Categoría
0-4 días	Mortalidad temprana (Fase I)
5-10 días	Mortalidad media (Fase II)
11-17 días	Mortalidad tardía (Fase III)
18-21 días	Mortalidad al nacimiento (Fase IV)

Fuente: Chavarría (2005); Saint (2002)

La Embriodiagnosis según Höfle (2009) consiste en el monitoreo del desarrollo del embrión durante su periodo de incubación y sirve para determinar la edad de la muerte embrionaria o periodo donde se interrumpió el proceso de incubación.

En el estudio la edad en que se presentó el mayor porcentaje de embriones muertos, fue entre los 18- 21 días con un 30%. Este período corresponde a la Mortalidad al nacimiento o fase IV y se considera como el "momento más crítico" de todo el desarrollo embrionario, pues está relacionado con el cambio de respiración corion-alantoidea a pulmonar. También durante este período se produce el picaje de la cáscara y la propia eclosión, los que constituyen momentos de gran tensión para los pollitos (Mauldin ,2009; Bustamante *et al.*2008; Plano, 2005; Sardá y Pavón, 2003; López; 2002,).

Los embriones encontrados a la necropsia presentaban las características de un polluelo formado, ocupando todo el tamaño del huevo (a excepción de la cámara de aire) con el cuerpo totalmente cubierto de plumón, sin presencia de líquido amniótico y el saco vitelino totalmente absorbido (ver anexo 20); características que según Bustamante *et al.*(2008) son de embriones del último periodo (fase IV) .

La muerte embrionaria en esta fase tiene causas probables variadas; desde problemas ocurridos en la transferencia a nacedoras, exceso de formalina, falta de oxígeno o humedad, temperatura incorrecta, mala posición o hasta el retraso o adelanto de la extracción de los pollitos de la nacedora (Ricaurte ;2005).

Las muertes de 11-17 días representaron el 28%, incluyéndose dentro de la Fase III o Mortalidad Tardía. En este período se logró observar la presencia de plumón en el cuerpo del embrión y la ubicación del mismo hacia la cámara de aire; hechos que según Plano (2005), Bustamante *et al.* (2008), Zavarce (S.f.), ocurren durante esta etapa.

Las observaciones coincidieron con López (2002) quien considera que en la “**fase de plumas**” comprenden las muertes embrionarias producidas entre el día 11° al 17° (ver anexo 20).

Además se coincidió con Mauldin (2009), quien demostró que es a partir del 11° día, cuando el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, él mismo efectúa un giro a la izquierda y se dirige hacia el eje mayor del huevo.

Según Sardá y Pavón, 2003; en esta etapa los embriones muertos presentan un color pardo, más o menos oscuro y la ausencia de vasos sanguíneos del alantoides.

La mortalidad de 5-10 días (Mortalidad mediana o fase II) representó el 20%. Los embriones observados a la necropsia se destacaron por la formación del ojo; concordando con Plano (2005); Ricaurte (2005) y López (2002) quienes clasifican como signo indicativo de esta fase la presencia de este órgano; pues es a partir del 5° día que el embrión comienza a desarrollarlo y es la primera estructura que se observa claramente (ver anexo 20).

En esta etapa la muerte va acompañada de los procesos naturales de degradación de la sangre, que produce un color que puede llegar a confundir con los procesos putrefactivos típicos de los huevos contaminados pero que se diferencia de éste por el olor fétido (Mauldin ,2008; Chavarría, 2005; Plano, 2005; Saint, 2002).

La Mortalidad Temprana o Fase I representó el 22%; en este período abarca la mortalidad de los embriones desde las primeras horas de incubación hasta el cuarto día (Plano; 2005).

Los huevos examinados coincidieron con las observaciones de López (2002) quien considera que la muerte embrionaria temprana corresponde entre 2,5 a 4 días; sí se observa un anillo de sangre (mancha de sangre en la superficie de la yema no muy definida) o la presencia de estructuras embriónica; pues los vasos sanguíneos se hacen evidentes al segundo día de incubación (ver anexo 20).

Si bien puede ser difícil de discernir, después de veintiún días de incubación, entre mortalidad embrionaria muy temprana e infertilidad, es posible observando signos inequívocos, tales como mayor grado de deterioro de las estructuras del huevo en la mortalidad temprana respecto de los infértiles (se observa mucho mejor) o la observación de las estructuras anexas del embrión (Plano; 2005).

La formación de la línea primitiva, el establecimiento de la red de vasos sanguíneos son dos de los sucesos más importante que ocurren durante este período (Ricaurte; 2005).

Para el Dr. Mauldin (2008) la fertilidad de los huevos incubados 21 días puede identificarse buscando los signos de desarrollo embriónico y por el examen del color de la yema y la consistencia de la albúmina.

- 1 Una yema infecunda tendrá un color amarillo más nítido que el de una yema fértil.
- 2 La albúmina de los huevos infértiles es más gruesa que la albúmina de huevos fértiles. Una yema de un huevo infértil se mantiene en el centro del huevo mientras una yema fértil se encontrara cerca de la punta del huevo.

Según Mauldin (2008) y Plano (2005); durante la Embriodiagnosís se pueden observar formaciones que pueden confundir el diagnóstico de mortalidad temprana como son los coágulos de sangre o restos de tejido del ovario en el vitelo, vitelo moteado o revuelto o bien machas blancas en el vitelo que responden a etiologías diferentes.

V. CONCLUSIONES

- Ⓢ La ventana de nacimiento para el lote 218 de la empresa PIPASA-Nicaragua tiene un promedio de 23.5 horas manifestando un adelanto en el nacimiento de pollitos comenzando a las 33 horas antes del saque con 5.38% de pollitos nacidos, demostrándose que el nacimiento es desuniforme y no sincronizado.
- Ⓢ A la quinta inspección (23 horas antes del saque) se apreció un adelanto del 11% con relación a los datos de Cobb- vantes (2008); al igual durante la sexta inspección (13 horas antes del saque) se encontró un adelanto del 5.92 % con referente a Cobb- Vantes.
- Ⓢ Se comprobó que el monitoreo de la temperatura y humedad mediante el Galaxys muestra estabilidad en la máquina incubadora, sin embargo el monitoreo por datalogger (huevo sensor) en las bandejas con posición superior, media e inferior demostró que existen variaciones en estos factores; registrando oscilaciones de temperatura de 37.6°C a 38.2°C, 37.4°C a 37.8°C, 37.3°C a 37.6°C (respectivamente) y humedad de 52.15 %, 52.01% y 50.13% respectivamente.
- Ⓢ Se demostró que las variaciones de temperatura y humedad en el proceso de incubación afectan la ventana de nacimiento, incubabilidad, uniformidad de nacimiento y calidad de los pollitos tanto los nacidos muy temprano, como los que nacen al final. Manifestándose estos resultados en el porcentaje de pollitos clase A mayor en las bandejas ubicadas en la posición superior de la maquina incubadora (28.65%) seguido de las media (24.4%) e inferiores (23.18%) y el porcentaje de pollitos clase B mayor en las bandejas medias (22.01%) e inferiores (21.82%) y las bandejas superiores (18.54%).
- Ⓢ El tiempo de incubación del huevo se ve afectado directamente por la edad de la reproductora, incrementando o retrasando las horas de nacimiento de los pollitos, exhibiendo un tiempo de incubación menor (493 horas) para los huevos de reproductoras maduras (40-54 semanas) y para reproductoras jóvenes requiriendo de tiempos incubación más largos (497.5horas).
- Ⓢ El factor tiempo de almacén del huevo no fue significativo sobre la ventana de nacimiento ni calidad del pollo debido a que se mantuvo dentro del límite óptimo de 5 días.
- Ⓢ El volteo del huevo fértil no influyó sobre la ventana de nacimiento, puesto que este se realizaba de forma adecuada dentro de un sistema automático y periódico (cada 60min) y colocado en un ángulo de 45°.
- Ⓢ A través de la necropsia se logró determinar las principales causas de pérdidas económicas de la empresa que son las embriopatías identificadas como: malas posiciones (MP) con una frecuencia de 38%, seguido de un 27% de huevos infértiles o no fecundados (HI), un 17% de embriones vivos o no eclosionados (vivos), 9% de embriones con cerebro expuesto (CE), 5% de embriones con deformidades y 5% de huevos contaminado.

- ④ En la embriodiagnosia, la categoría en la que se presentó mayor mortalidad embrionaria fue en la fase IV o mortalidad al nacimiento con un 30%, luego se presentaron muertes de 11-17 días (Mortalidad tardía o fase III) con un 28%; las muertes de 5-10 días (Mortalidad mediana o fase II) representaron el 20% y la mortalidad de 0-4 días (Mortalidad temprana o fase I) representó el 22%.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar la técnica de monitoreo de la ventana de nacimiento como práctica rutinaria en la planta de incubación.
- Evaluar la ventilación en máquinas incubadoras y el flujo de la corriente de aire.
- Implementar el uso de Synchro-Hatch™ que es una tecnología de bio-respuesta que detecta automáticamente el momento preciso el que se produce el 100% del picoteo interno de la cáscara e inicia una secuencia de modificaciones en el entorno de incubación. Asimismo, reconoce automáticamente el momento en que los pollitos salen del huevo. El sistema activa una fase adicional en los parámetros de incubación para optimizar la fase final del nacimiento de los pollitos, preparándolos para la extracción (Ver anexo 21).
- Evitar abrir las puertas innecesariamente para no descompensar el ambiente interno de la máquina.
- Reubicar los sensores que se utilizan con el monitoreo y escaneo del *Galaxys* para que la información de la incubadora sea más confiables.
- Estudiar otro patrón de carga que beneficie la uniformidad del nacimiento
- Buscar estrategias para evitar el sobrecalentamiento de los huevos en la máquina incubadora concordando con Brake (2006) quien sugiere intercambiar huevos entre las áreas más frías y calientes de la máquina incubadora en las etapas críticas para evitar las consecuencias del sobrecalentamiento en los embriones.
- Realizar un estudio posterior en pollitos de engorde incubados en las posiciones de (superior media e inferior) dentro de la máquina incubadora para determinar su desempeño y su resistencia a enfermedades comunes.
- Revisar la cadena de frío de los huevos mientras son transportados; ya que si la temperatura sobrepasan el umbral embrionario comenzara a formarse las estructuras anexas del embrión por consiguiente al entrar a la planta de incubación ocasionará la muerte del embrión, Plano (2005).
- Realizar un estudio de los factores del manejo en las granjas de reproductoras, para analizar sus efectos sobre la calidad del huevo fértil.
- Se recomienda establecer un tiempo máximo de días de almacén del huevo de acuerdo con la edad de la reproductora por ejemplo Vásquez (2000) propone que: huevos de fase I proveniente de reproductoras de 25 a 33 semanas de edad se deben almacenar por 5 días; los huevos de fase II (34 a 50 semanas) se deben almacenar por un máximo de 5 días y los huevos de fase III (reproductoras de 51 semanas en adelante) se deben almacenar como máximo 3 días.

- Concordando con Mauldin (2007) que reducir el número de huevos rotos durante el proceso y elevados índice de mortalidad de 18-21 por falla en la transferencia manual se debe implementar el uso de máquinas automáticas o semiautomáticas capaces de realizar esta labor (ver anexo 22).
- Implementar como práctica rutinaria métodos para conocer la edad exacta del huevo (tiempo de almacén); por ejemplo la prueba de densidad en solución NaCl al 5%, Medición de la albúmina por medios de unidades Haugh (Quintana; 1999).
- Complementar las necropsias con la toma de muestras y la realización de los correspondientes estudios histopatológicos, los cuales permitan determinar las posibles causas de la muerte embrionaria.
- Implementar técnicas de necropsias y embriodiagnos sistemática para determinar si la causa de la alteración proviene de la granja de reproductora o si es propia de la incubadora, en este caso se hace necesario incluir al pollo de desecho.
- La necropsia debe realizarse por un especialista; ya que requiere una experiencia avanzada y conocimientos detallados sobre el desarrollo normal de un embrión, la formación y estructura de un huevo, sus membranas y la cáscara, al igual que sobre los posibles procesos fisiopatológicos.
- Concordando con Plano (2005) es necesario realizar necropsias, como mínimo a 4 bandejas por lotes, una de la parte superior de la máquina, dos de la parte media y una de la parte inferior.

VII. LITERATURA CITADA

Begazo, H.2006. Manejo del huevo fértil: efectos sobre la calidad del pollo bb (en línea).EC. Consultado 20 mar. 2009. Disponible en [http://www.ameveaecuador.org/.../Manejo del Huevo%20DR%5B1%5D. HECTOR BEGAZO.PDF](http://www.ameveaecuador.org/.../Manejo_del_Huevo%20DR%5B1%5D._HECTOR_BEGAZO.PDF).

Boerjan, M. 2005. Los avances genéticos producen cambios en la tecnología de la incubación, *World Poultry* 20(5): 16-17.

Boerjan, M. 2008.La importancia de la temperatura en la incubación (en línea).US. Consultado 20 mar. 2009. Disponible en <http://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/200802/?pg=14> *World Poultry*.

Brake, JT.2006. Nuevos paradigmas de la incubación y crianza temprana. *Avicultura profesional: La revista del avicultor*.24 (4):25-27.

Burguillo, FJ.2004. Ajuste de ecuaciones a curvas: introducción a la regresión lineal y no lineal (en línea).Salamanca, ES. Consultado 10 oct. 2009. Disponible en <http://web.usal.es/~burgui/simfit/ajustecurvas.pdf>.

Bustamante, J; Allés, A y Espadas, M. 2009. Guía de incubación (en línea). ES. Consultado feb. 2009. Disponible en [http://www.intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia incubacion.pdf](http://www.intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia_incubacion.pdf).

Cabrera, FA.2006. Distribución de frecuencias (en línea). Azuero, PA. Consultado 01 dic.2009. Disponible en <http://www.monografias.com/.../distribucion-frecuencias/distribucion-frecuencias2.shtml>.

Callejo, A.2007. El huevo fértil y su incubación (en línea). Consultado 10 feb.2009. Disponible en http://www.ocw.upm.es/.../Tema_07._La_incubacion_del_huevo_fertil.pdf.

Chavarría, IA.2005. Evaluación técnica de la producción de aves de engorde procedentes de dos sistemas de incubación CASP (Brasil) y Chick Master (USA) en operaciones de Tip-Top Industrial S.A. Nicaragua. Tesis Ing. Ciencia y Producción Agropecuaria., Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana, 28 p.

Chick Master.2005. Manual de operaciones: Incubadora y nacedora génesis IV. Ohio, US. 350p.

Chick Master.2006. Manual del operador del sistema: Galaxy.Rev. 3. US. 64p.

Cobb-vantress.2008. *Hatchery_Guide_Spanish_08* (en línea).Consultado 5 feb. 2009. Disponible en [http:// www.cobb-vantress.com/.../Hatchery_Guide_Spanish_2008.pdf](http://www.cobb-vantress.com/.../Hatchery_Guide_Spanish_2008.pdf)

Córdova, J; Roussos,S ; González V.2002. Influencia de la temperatura sobre, el crecimiento de hongos termófilos y termotolerantes (en línea).Guadalajara, MX. Consultado 25 nov.2009.Disponible en <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/...7/.../010021712.pdf>.

Corea, MD.2000. “Producción avícola sigue creciendo”. (En línea) LA PRENSA, Managua, NI, nov. 13 (economía). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.laprensa.com.ni/archivo/2000/noviembre/13/economia/economia-20001113-01.html>.

De Mendiburu, F.2008. Análisis de Regresión y Correlación (en línea). Consultado 01 oct. 2009. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/.../Regresion.pdf>.

Del pino, U; Tandrón, E; Guadarrama, O; Oria, R; Ramos, M; Jay, M; Puentes, D y Chiong, E.2000. Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la incubabilidad el peso del huevo y los pesos del pollo al nacer y al finalizar la ceba. Rev. cubana de ciencia avícola.14 (45): 45-55.

Durape, NM.2009. Fotoquímicos mejoran la calidad y fertilidad del semen. Avicultura profesional: La revista del avicultor.27 (1):10-13.

Escudero, M.2008. Correlación y regresión (en línea). MX. Consultado 28 oct. 2009. Disponible en <http://www.monografias.com> > Matemáticas > Estadística.

Fasenko, G M.2008. Comprendiendo el Metabolismo del Embrión: Una Posible Clave para Mejorar la Incubabilidad y la Calidad del Pollitos (en línea). Cambridge, CA. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.jamesway.com/pdfs...espanol/HatchTALK-Issue12-Sp.pdf>.

FICHA MUNICIPAL. sf. El municipio de Mateare (en línea). Consultado 2 ag. 2009. Disponible en <http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/.../mateare.pdf>

Höfle, U. 2009. Técnicas de diagnóstico post – mortem: necropsia y toma de muestras (en línea).ES. Consultado 15 de sept. 2009. Disponible en http://www.encontroiberico.no.sapo.pt/.../Necropsias_TomaMuestras_UHofle.pdf.

IICA (instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)- *EPAD* (Economic policy and Agribusiness Development).2003.Análisis de la Relación Comercial entre Nicaragua y Los Estados Unidos. (En línea). Consultado 6 mar. 2009. Disponible en <http://www.iica.int.ni/Estudios.../Análisis%20relacion%20comercial%20.pdf>.

Ledoux, L.2007.Higiene en la planta de incubar: concepto a ser ampliado. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (4):12-14.

López Iglesias, A.2002.Evaluación de la mortalidad embrionaria en las aves (en línea).ES. Consultado 15 mar 2009. Disponible en <http://www.inea.org/web/zootecnia/Monogastricos/mortalidad.htm>

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal) .2008. Semana Agropecuaria (en línea).NI. Consultado 30 ag. 2009. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/semanaagro/30.pdf>.

Mangeaud, A; Videla M.2005. En busca de la independencia perdida: la utilización de Modelos Lineales Generalizados Mixtos en pruebas de Preferencia (en línea).Córdoba, AR. Consultado 15 mar.2009.Disponible en <http://www.mailxmail.com/cursos.../modelo-mixto>.

Manual Agropecuario.2002.V 2. Ed. IBALPE. Bogotá, CO. 1189 p.

Martínez Flores, CM.1999.Determinación del grado de contaminación Bacteriano/Fungal y los posibles factores de manejo asociados en dos plantas de incubación de pollos de engorde en empresas nicaragüenses durante el mes de mayo de 1994 hasta el mes de julio de 1995. Tesis Lic. Zooc. Managua, NI, Universidad Centro Americana (UCA).73 p.

Mauldin, JM.2007. Nuevos equipos y tecnologías para plantas de incubar. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (3):22-23.

Mauldin, JM.2009.Mortalidad embrionaria: causas y soluciones. Avicultura profesional: La revista del avicultor.27 (4):18-21.

McQuoid, D, 1999. Consideraciones en sistemas de incubación de carga única y múltiple. Avicultura profesional: La revista del avicultor.17 (5):13-17.

Meijerhof, R.2001. Influencia de la Incubación en la Calidad del Pollito de un día (en línea). Consultado 03 feb. 2009. Disponible en <http://www.midiatecavipec.com/.../avicultura030705.htm>

Ortega, G.2004. “La avicultura luchará para salir adelante”. (En línea) LA PRENSA, Managua, NI, en. 28 (campo y agro). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.laprensa.com.ni/archivo/2004/enero/28/economia/economia-20040128-07.html>.

Pachón, LA.2007. Factores determinantes de un pollito de buena calidad (en línea). Consultado 28 jul. 2009. Disponible www.ameveaecuador.org/.../Factores_Determinantes_de_un_Pollito_de_Buena_Calidad.PDF

Padrón, M; Fancher, B; Gaytan E y Malagón G.2005.Influencia del tiempo de nacimiento sobre el desempeño de pollito durante la primera semana (en línea).consultado 14 jul.2009.Disponible en http://www.engormix.com/influencia_tiempo_nacimiento_sobre_s_articulos_557_AVG.htm.

Paredes, V.2009. Inocuidad de los alimentos (Conferencias). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria.103p.

Petersems News.2008. Sincrho-hatch Tm, Incubación Máxima. (En línea).Sulte, BE. Consultado 31 ag. 2009. Disponible en http://www.petersime.com/cms/files/file_Newsletters_att_spaans_6.pdf.

Plano, M.2005. Embriodiagnóstico como herramienta de trabajo. Avicultura profesional: La revista del avicultor. AR. 23 (1):18-23.

Propuesta de Política Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal.2007. (En línea).NI, consultado 12 feb. 2009. Disponible en http://www.inta.gob.ni/info/biotec/propuesta_politica_biotec.pdf.

Quintana, JA. 1999. Avítecnia: Manejo de las aves domesticas más comunes. 3ed. Ed.Trillas. México, D. F, MX. P.168-278.

Ricaurte G, SL. 2005. Embriodiagnosis y ovoscopia: Análisis y control de calidad de los huevos incubables (en línea). Bogotá, CO. Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html>

Ricaurte G, SL. 2006. Bioseguridad en granjas avícolas (en línea). Bogotá, CO. Consultado 21 jul. 2009. Disponible en www.engormix.com/bioseguridad_granjas_avicolas_s_articulos_868_AVG.htm.

Ricaurte G, SL. 2009. Análisis de control de calidad en incubación de huevos (en línea). Cundinamarca, CO. Consultado 14 feb. 2009. Disponible en <http://www.incubadorasmartinez.com.ar/incubacion.htm>.

Rodríguez, RA.2003.Embriología Veterinaria. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria.100p. (Conferencias).

Saint, R. 2002. Efecto sobre el porcentaje de nacimiento y calidad de pollitos de huevos considerados no aptos para la incubación. Tesis Ing. Agr., HN, Escuela Agrícola Panamericana, 17 p.

Salazar, AI. 2009, Nuevos conceptos: Ventana de Nacimiento. AR. Guía practica 109 p.

Salvador, P.2008. **Ajuste de curvas (en línea).** Consultado 10 oct.2009. Disponible en <http://www.osun.org/Ajuste+de+curvas-pdf.html>.

Sanabria N, F. 2006.Evaluación de la bioseguridad en granjas (en línea). Bucaramanga, CO. Consultado 7 abr. 2009. Disponible en www.bio2avicultura.cu/pdf/teminc04.pdf.

Sánchez, E. 2008. Producción avícola sigue creciendo, aunque lentamente. (En línea) El Nuevo Diario, Managua, NI, nov. 28 (economía). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/28185>.

Sandoval, A.; Yuño, M; Bakker, M; Rodríguez, E; Beretta, A. 2005. Aplicación de la embriodiagnosis para evaluar la eficiencia de la planta de incubación de parrilleros en una empresa avícola comercial en la argentina (en línea). AR. Consultado 02 de nov. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/34_2/06.pdf.

Sardá, JR.2002. Régimen de Incubación Artificial (en línea). La Habana, CU. Consultado 25 jun.2009. Disponible en <http://www.infomipyme.com/.../incubacionhuevos.htm>

Sardá, JR y Pavón, AV. 2003. Patología de la incubación (en línea). Instituto de Investigaciones Avícolas, La Habana, CU. Consultado 21 feb. 2009. Disponible en <http://www.iaa.cu/pdf/teminc04.pdf>.

Spielholz, B.1999.Propiedades de los desinfectantes para plantas de incubación. Avicultura profesional: La revista del avicultor.17 (4):22-24.

Torres, B.2006.Simplificando los problemas de la planta de incubación (en línea).Consultado el 12 feb. 2009. *Disponible en <http://www.extension.edu.uy/programas/incubadora>*

Tweed, S. 2008. La Ventana de Nacimiento (en línea). Consultado el 2 de feb. 2009. Disponible en http://www.cobbvantress.com/Publications/.../TechFocus_Hatch_SPAN.pdf.

Uni, Z.2007.Alimentación *in ovo*. Avicultura profesional: La revista del avicultor.25 (5):11-13.

Uriarte, LA.1998. Efecto de incubar huevos de gallina en posición punta fina hacia arriba durante los primeros cinco días de incubación; sobre el desarrollo embrional y eclosión de los pollitos. Tesis Lic. Zootecnia. Managua, NI, Universidad Centro Americana (UCA).53 p.

Vaca A, L. 1991.Producción Avícola. Ed. Universidad Estatal a Distancia. Reimpresión 2003. San José, CR.260p.

Van de Ven, L.2008. Maximizando la uniformidad con técnicas de alto nivel. Avicultura profesional: La revista del avicultor.26 (7):10-13.

Vásquez; O.2005. Factores que afectan la productividad en la planta de incubación (en línea). GT. Consultado 23 jun. 2009. Disponible en http://www.engormix.com/factores_afectan_productividad_planta_s_articulos_2134_AVG.htm

Vázquez, JL.; Prado, OF; García, LJ y Juárez, MA.2006.Edad de la reproductora sobre la incubabilidad y tiempo de nacimiento del pollo de engorda (en línea). Colima, MX. Consultado 19 dic. 2009. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/837/83710102.pdf>.

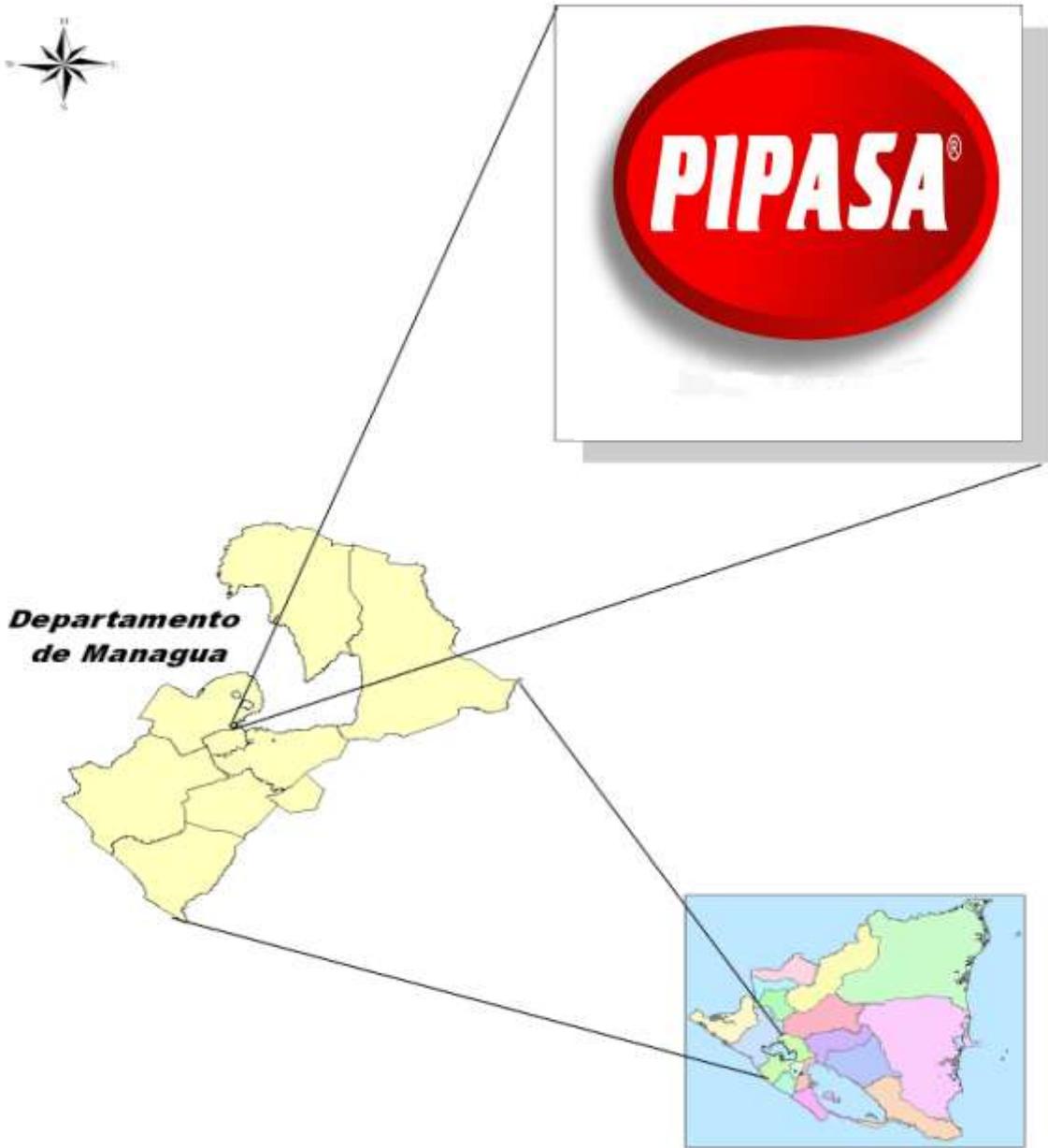
Wineland, MJ; Oviedo EO.2006. Manejo del desarrollo embrionario para optimizar el desempeño del pollo (en línea).US. Consultado 25 ago.2009. Disponible en <http://www.wattagnet.com/7912.html>.

Zaragoza, I. 2006.Tecnología de la Incubación (en línea). MX. Consultado 29 ag. 2009. Disponible en <http://www.agronet.com.mx/.../articles.cgi?>...

Zavarce, JA. S.f. Desarrollo Embrionario (en línea).MX. Consultado 2 feb. 2009. Disponible en <http://www.msstate.edu/dept/poultry/trouble.htm>.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la Planta de incubación PIPASA-Nicaragua



Anexo 2. Identificación de las zonas dentro de la máquina incubadora



Anexo 3. Identificación de la posición de las bandejas en la incubadora



Anexo 4. Formatos de inspecciones (1ra -6ta inspección)

numero de lote:	Numero de maquina:	numero de inspección:	hora de inspección:
Zona	prueba	# pollitos nacidos	total de pollitos nacidos
zona 1	superior		
	media		
	inferior		
zona 2	superior		
	media		
	inferior		
zona 3	superior		
	media		
	inferior		

Anexo 5. Formatos para la séptima inspecciones

Número de Máquina:							
Lote:			hora saque:				
Zona 1	prueba	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	superior						
	media						
	inferior						
zona 2	superior	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	media						
	inferior						
zona 3	superior	numero de pollo A	pollo B	pollo Rec	pollo D	H picados	total nacido
	media						
	inferior						

Anexo 6. Monitoreo de la temperatura y humedad relativa



Datalogger para temperatura



Anexo 7. Hoja de control de calidad del huevo fértil

Memorando

PARA: Avícola Pipasa- Nicaragua.

DE:

Supervisor: Reproducción Puntarenas.

FECHA: Martes 25 de Agosto del 2009

ASUNTO: Información de calidad del huevo fértil.

Fechas de		Numero Cajas	Cantidad	%	Edad
Recolección	Lotes	por dia / lote	Huevos	Incubab	Reprod
23 de agosto de 2009	221	42.85	15426	88.13%	41
23 de agosto de 2009	220	38.15	13734	90.66%	47
23 de agosto de 2009	219	33.32	11994	89.50%	55
23 de agosto de 2009	218	28.07	10104	87.90%	63
24 de agosto de 2009	222	42.00	15120	85.00%	37
24 de agosto de 2009	221	41.15	14814	88.13%	41
24 de agosto de 2009	220	36.85	13266	90.66%	47
24 de agosto de 2009	219	26.68	9606	89.50%	55
24 de agosto de 2009	218	20.93	7536	87.90%	63
Total		310	111600	88.55%	49.89
Sin otro particular, esperando que esta información sea de su utilidad					
nos despedimos de ustedes.					

Corporación Pipasa, S.A
División Reproducción Puntarenas
Teléfono: 26-39-11-11 / Fax: 26-39-11-15

Anexo 8. Visor de control del volteo (Galaxys)

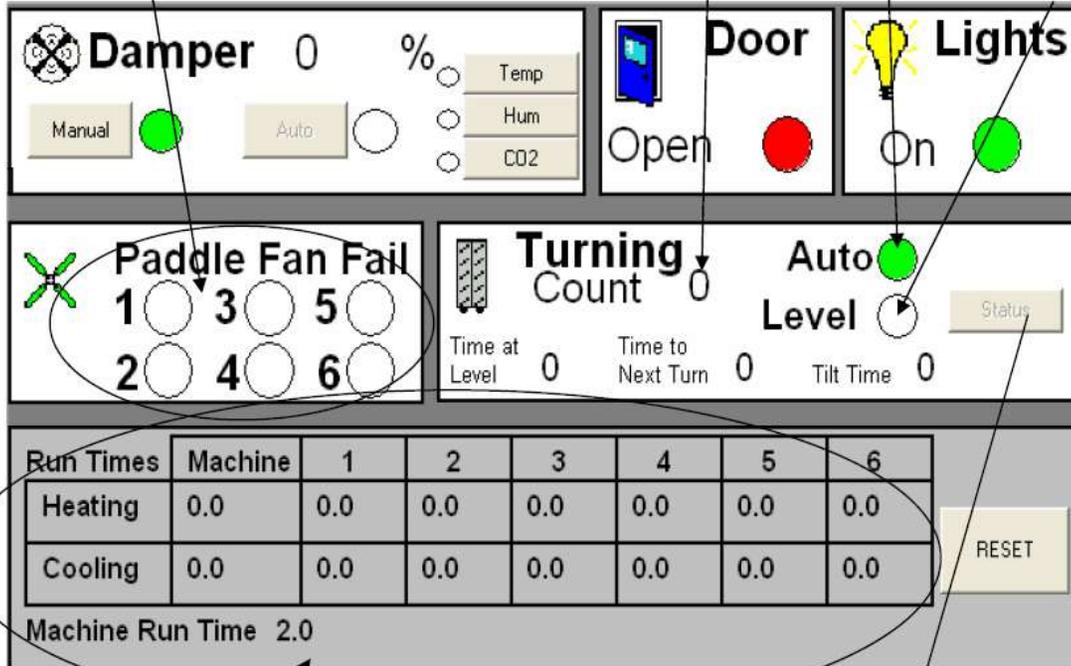
Este muestra si ha fallado el ventilador de paletas (disponible sólo para incubadoras de una sola etapa y nacedoras con ventilador de paletas). Si es de etapas múltiples, no se mostrarán ventiladores de paletas.

Se ilumina si la máquina está en modo de Volteo Automático

Conteo actual de volteo

Iluminado si la máquina está nivelada.

Fig 2.4



Tiempo total en que la máquina está en operación, y el tiempo total de operación de la calefacción y el enfriamiento.

Oprima este botón para ver el estado del volteo (Fig 2.8)

Anexo 9. HOJA DE NECROPSIA

LOTE	EDAD	MAQUINA	ZONA	MUESTRA	MALA POSICION POSICION	CEREBRO EXPUESTO	DEFORME	INFERTIL	0-4 DIAS	5-10 DIAS	11-17 DIAS	18-21 DIAS	VIVOS	CONTAMINADOS
			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

			ZONA 1											
			ZONA 2											
			ZONA 3											

Anexo 10. Póster del desarrollo del embrión

DESARROLLO DEL EMBRIÓN



INFÉRTIL

Ningún desarrollo



DIA 1

Presencia de desarrollo de tejido.



DIA 2

Desarrollo del tejido muy visible.
• Presencia de los vasos sanguíneos.



DIA 3

Latidos del corazón.
Vasos sanguíneos muy visibles.



DIA 4

Ojo pigmentado.



DIA 5

Presencia de codos y rodillas.



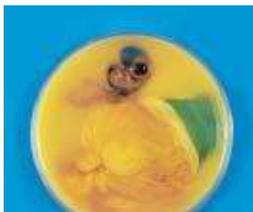
DIA 6

Presencia del pico.
Movimientos voluntarios comienzan.



DIA 7

Comienza el crecimiento de la cresta.
Punta del pico comienza a aparecer.



DIA 8

Inicia desarrollo de pluma.
Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 9

Embrión empieza a parecerse a un ave.
Aparece aberturas de la boca.



DIA 10

Punta del pico es prominente.
Uñas de los dedos.



DIA 11

Cresta aserrada.
• Evidencia de plumas en la cola.



DIA 12

Dedos formados completamente.

Presencia de las primeras plumas.



DIA 13

Presencia de queratina en los tarsos.

Cuerpo cubierto ligeramente con plumas.



DIA 14

Inicia desarrollo de pluma.

Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 15

Inicia desarrollo de pluma.

Pico superior e inferior igual en longitud.



DIA 16

Plumas cubren el cuerpo completo.

Albumen casi desaparece.



DIA 17

Disminución del fluido amniótico.
Cabeza está entre las piernas.



DIA 18

Desarrollo del embrión casi completo.
Saco vitelino aún fuera del embrión.
Cabeza debajo del ala derecha.



DIA 19

Saco vitelino entra a la cavidad corporal.

Fluido amniótico desaparece.

Embrión ocupa la mayor parte del espacio del huevo (No en la cámara de Aire).



DIA 2 1

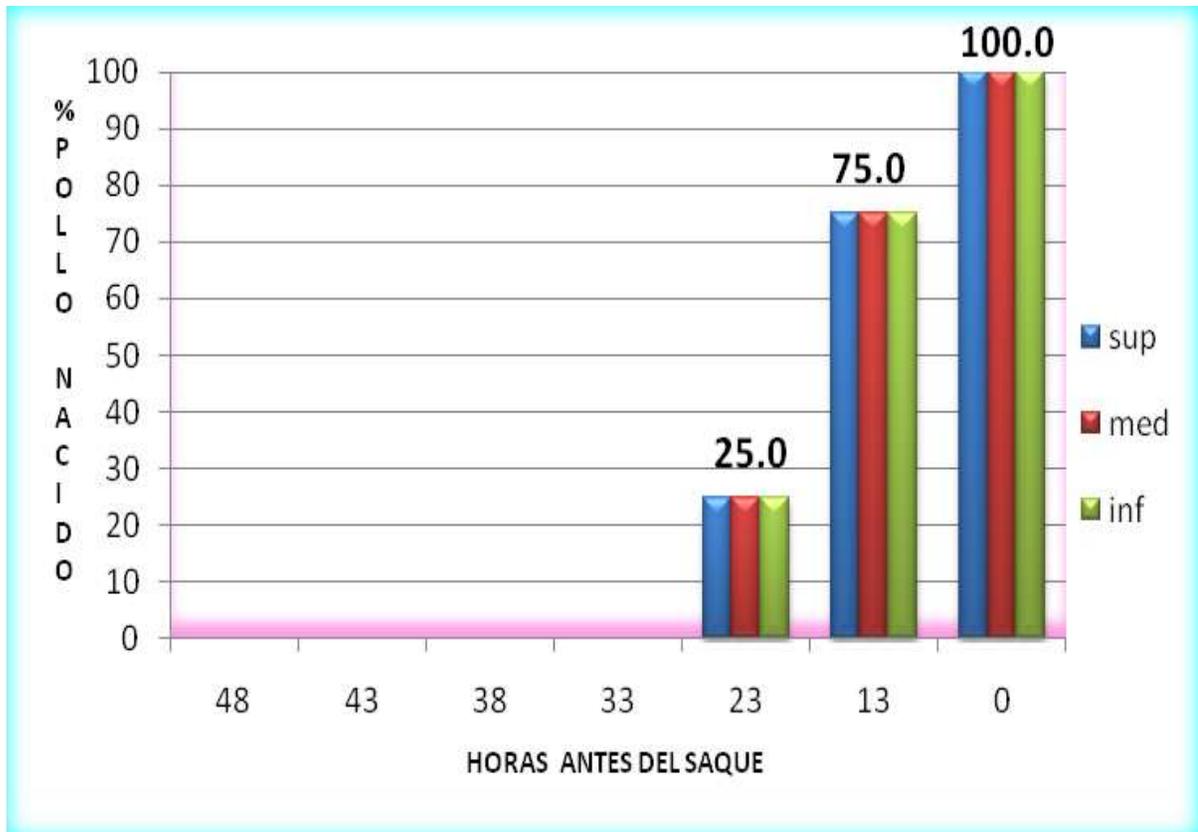
Saco vitelino entra totalmente dentro del cuerpo.

- Embrión se convierte en un polluelo (Respirando en la cámara de aire).
- Picoteo de cáscara interna v externa.



DIA 21

Anexo 11. Gráfica de ideales de nacimientos según Cobb vantress (2008)



Anexo 12. 23 horas antes del saque idealmente el 25% de los pollitos han nacidos



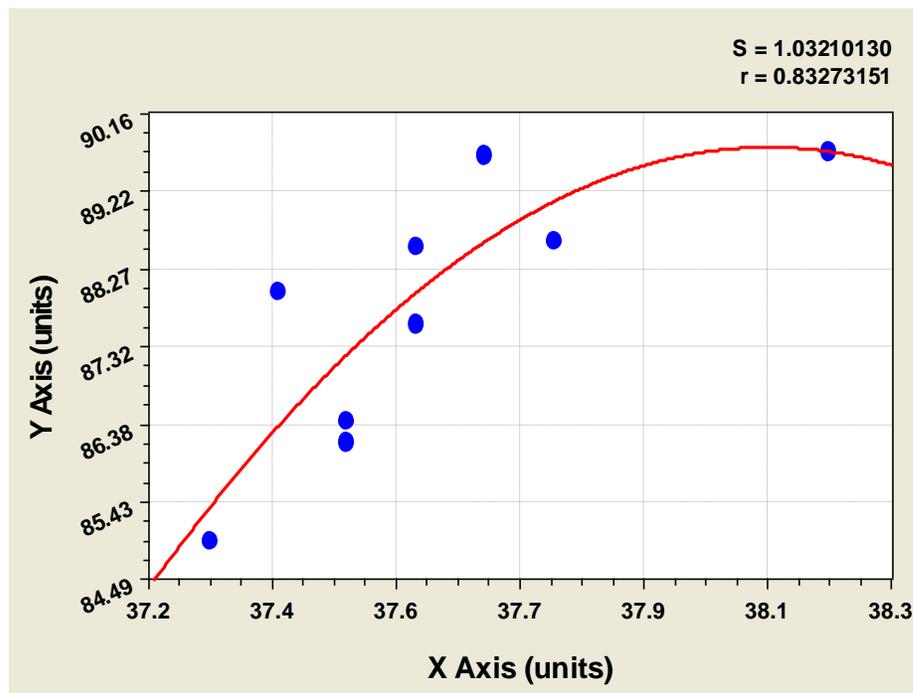
Anexo 13. 13 horas antes del saque idealmente el 75% de los pollitos han nacidos



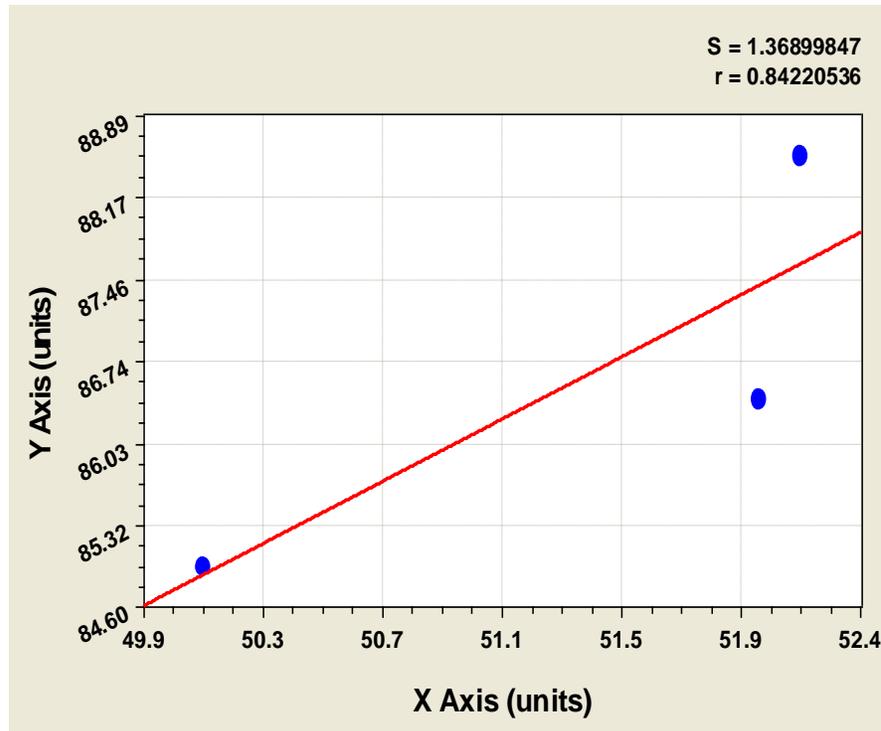
Anexo 14. Día del saque el 100% de los pollitos han nacidos



Anexo 15. Porcentaje de incubabilidad con respecto a las variaciones de temperatura (charolas superior, media e inferior).



Anexo 16. Porcentaje de incubabilidad con respecto a variaciones en la humedad relativa (charolas superior, media e inferior).



Anexo 17. Características del pollitos clase B



Pollitos clase B



Ombigo mal cicatrizado



Tarsos enrojecidos



Húmedos

Anexo 18. Pollitos de desecho



Pollito con onfalitis



Pollito con torticollis



Pollito ciego.



Pollitos deformes.



Pollito adherido a la cáscara.



Deformidad en las patas

Anexo 19. Embriopatías



Embrión con mala posición
(Cabeza entre las patas).



Embrión deforme

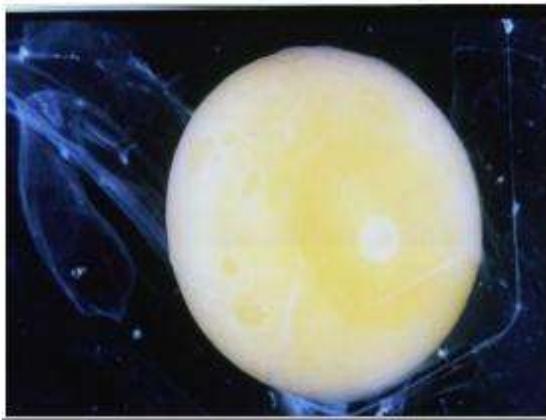


Embrión con encefalocele



Huevo contaminado (huevo bomba)

Anexo 20. Fertilidad del huevo

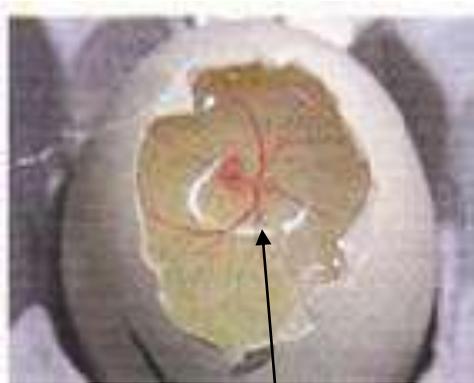


Huevo Fértil



Huevo infértil

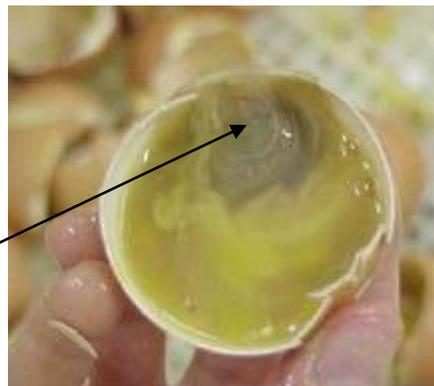
Anexo 21. Estructuras embrionarias por período de incubación



Capillares



Anillo de sangre (mortalidad de 0-4)



Ojo negro (mortalidad de 5-10)

Anexo 21. Estructuras embrionarias en la mortalidad por período



Presencia de pulmón (mortalidad de 11-17)



Muerte embrionaria y deformidad de los 18 a los 21 días

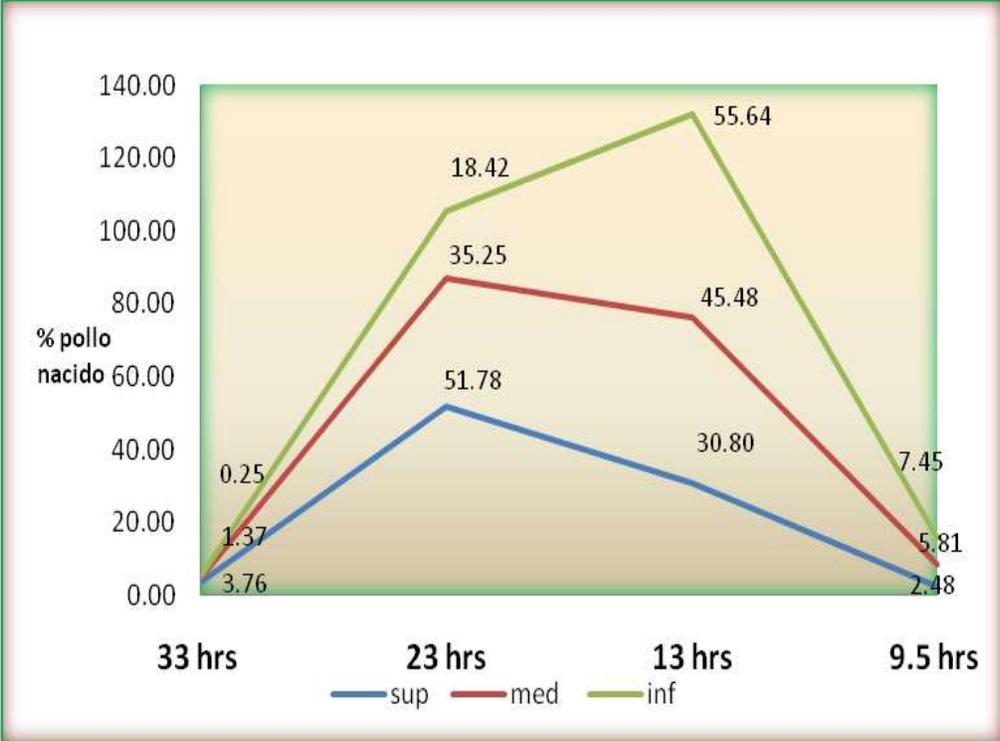
Anexo 22. Sensor Synchro-Hatch



Anexo 23. Máquinas de transferência automática



Anexo 24. Grafico de distribución de nacimiento lote 218, PIPASA- Nicaragua



Anexo 24. Selección del huevo fértil



Anexo 25. Etiquetado de las pruebas en la máquina incubadora



Anexo 26. Colocación de las pruebas en las máquinas nacedoras



Anexo 27. Monitoreo de la Ventana de nacimiento



Anexo 28. Selección del pollito por calidad



Anexo 29. Realización de la necropsia

