

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“USO DE PERÍODOS CORTOS DE INCUBACIÓN EN EL
ALMACENAMIENTO DE HUEVOS DE REPRODUCTORAS DE
CARNE EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentada por:

HELLEM MORIAH ALVARADO MALPARTIDA

Lima – Perú

2022

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente
investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	TSP. Hellem Alvarado Malpartida Febrero 23.23.pdf (D161433530)
Submitted	2023-03-18 23:27:00
Submitted by	Marcial Estanislao Cumpa Gavidia
Submitter email	mcumpa@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	mcumpa.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Urkund.docx Document Urkund.docx (D48182980)		1
W	URL: https://avicultura.info/avicultura-principal-fuente-proteina-animal-peru-afetada-covid-19/ Fetched: 2023-03-18 23:28:00		1
SA	TESIS REYNEL URKUND.docx Document TESIS REYNEL URKUND.docx (D16470033)		1
W	URL: http://repebis.upch.edu.pe/articulos/MAP/v5n2/a4.pdf Fetched: 2023-03-18 23:28:00		5
SA	tesis final jannet.docx Document tesis final jannet.docx (D15061761)		1
W	URL: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/HatcheryTip... Fetched: 2023-03-18 23:27:00		2
SA	TESIS COMPLETA corregido 23 -06-2015 (1).docx Document TESIS COMPLETA corregido 23 -06-2015 (1).docx (D14950785)		2
W	URL: https://www.hyline.com/ViewFile?id=ff247c76-0ab6-4d5a-af7f-55f6681842c4 Fetched: 2021-12-11 18:52:53		6
SA	1610400416_Formato_F003_Trabajo de Integración Curricular - copia.docx Document 1610400416_Formato_F003_Trabajo de Integración Curricular - copia.docx (D91753235)		1
SA	TESIS FINAL ERIKA TUMBACO.docx Document TESIS FINAL ERIKA TUMBACO.docx (D42104305)		1
W	URL: https://avicultura.com/mejora-de-la-incubabilidad-de-los-huevos-almacenados-durante-largo-tiempo/ Fetched: 2019-11-14 21:53:29		3
SA	ING. EDISON VILLAREAL.docx Document ING. EDISON VILLAREAL.docx (D86410510)		3
SA	APORTE.docx Document APORTE.docx (D123320890)		1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“USO DE PERÍODOS CORTOS DE INCUBACIÓN EN EL
ALMACENAMIENTO DE HUEVOS DE REPRODUCTORAS
DE CARNE EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por:

HELLEM MORIAH ALVARADO MALPARTIDA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Ph. D. Victor Guevara Carrasco

Presidente

Ph. D. Otto Zea Mendoza

Miembro

Ing°. Amalia Gallegos Cárdenas

Miembro

Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia

Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, Roy y Alina, por su incondicional apoyo y paciencia en todo momento a lo largo de mi desarrollo profesional y personal.

A mi sobrino Sebastián por enseñarme el significado de lucha en esta vida, que por más pequeñito que sea, cuando uno desea vivir lo logra con el apoyo y amor de todos los que nos rodean.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de trabajo de suficiencia profesional, el Ing. Mg Sc Marcial Cumpa Gavidia, quien acepto guiarme, por sus enseñanzas durante mi estancia en la universidad y mucha paciencia para la culminación de este trabajo.

A la empresa SUPERGEN S.A por poder desarrollarme y brindarme los datos para este Trabajo de Suficiencia Profesional.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Problemática	1
1.2.	Objetivos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Proceso de incubación de pollos.....	3
2.1.1	Incubación por etapa única	4
2.1.2	Parámetros de incubación	5
2.1.2.1	Temperatura.....	6
2.1.2.2	Ventilación	6
2.1.2.3	Volteo	6
2.2	Manejo y almacenamiento de huevos incubables.....	6
2.2.1	Generalidades.....	6
2.2.2	Desventajas	8
2.2.3	Consideraciones	9
2.3	Cortos periodos de incubación durante el periodo de almacenamiento de huevos (SPIDES)	10
2.3.1	Objetivo.....	10
2.3.2	Ventajas.....	10
2.3.3	Desventajas	11
2.3.4	Procedimiento	11
2.3.4.1	Previo al SPIDES	11
2.3.4.2	Fase de calentamiento	11
2.3.4.3	Fase de incubación	12
2.3.4.4	Fase de enfriamiento	12
2.3.4.5	Después del SPIDES	12

2.3.5 Frecuencia	12
III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	14
3.1 Contribución en la solución de situaciones problemáticas presentados	14
3.2 Análisis de la contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional.	16
3.2.1 Manejo del huevo incubable.....	16
3.2.2 Perfil de SPIDES	18
3.2.3 Perfil de incubadora y nacedora	19
3.2.3.1 Incubadora	19
3.2.3.2 Nacedora.....	21
3.3 Nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 Nacimiento de pollos bebe de primera	24
4.2 Descarte	26
4.3 Mortalidad embrionaria	28
4.4 Resultados promedio por tratamiento.....	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34
VIII. ANEXOS	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de huevos en plantas de incubación (Morales, 2014).....	3
Figura 2. Flujo de la temperatura del huevo incubable. Cobb, 2020.	7
Figura 3. Número de células embrionarias en los huevos de reproductoras de pollos de engorde vs. la edad del huevo. Nicholson et al, 2013.	8
Figura 4. Cambios en la incubabilidad durante 21 días en huevos de reproductoras Ross 308. Nicholson et al, 2013.....	9
Figura 5. Sala de incubadoras.....	14
Figura 6. Infraestructura de la planta de incubación.	15
Figura 7. Recepción de huevos incubables.	16
Figura 8. Embandejado de huevos incubables.	17
Figura 9. Temperatura de recorrido de huevo incubable.....	17
Figura 10. Perfil de SPIDES. Elaboración propia.....	18
Figura 11. Temperatura de cascarón de huevo en tratamiento SPIDES.	19
Figura 12. Maquina incubadora cargada con huevos incubables.....	21
Figura 13. Comportamiento de la temperatura del cascarón del huevo. Elaboración propia...	21
Figura 14. Curva de humedad en el nacimiento. Elaboración propia.	22
Figura 15. Selección de pollo bebe.	22
Figura 16. % Pollo bebe de primera – Joven. Elaboración propia.	25
Figura 17. % Pollo bebe de primera - Adulto. Elaboración propia.....	25
Figura 18. % Descarte - Joven. Elaboración propia.....	27
Figura 19. % Descarte - Adulto. Elaboración propia.....	27
Figura 20. % Mortalidad Embrionaria - Joven. Elaboración propia.	29
Figura 21. % Mortalidad Embrionaria - Adulto. Elaboración propia.	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias de Etapa Múltiple vs Etapa Única.....	5
Tabla 2. Directrices para el tratamiento térmico.	12
Tabla 3. Frecuencia sugerida de SPIDES.....	13
Tabla 4. Nacimiento de pollos bebe de primera por tratamiento y por edad de gallina reproductora	24
Tabla 5. Descarte de pollos bebe por tratamiento y por edad de gallina reproductora	26
Tabla 6. Mortalidad de pollos bebe por tratamiento y por edad de gallina reproductora	28
Tabla 7. Resultados promedio por tratamiento.	30
Tabla 8. Comparativo de parámetros productivos CON SPIDES vs. SIN SPIDES.	30

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Perfil de incubadoras	39
ANEXO 2. Perfil de Necedoras.	40
ANEXO 3. Datos de tratamientos de lote joven (34 semanas).	41
ANEXO 4. Datos de tratamientos de lote adulto (40 semanas).	43
ANEXO 5. Análisis de variancia (ANOVA) del porcentaje nacimiento de pollo bebe de primera.	44
ANEXO 6. Prueba de comparación entre tratamientos (Prueba Duncan) para el porcentaje de nacimiento de pollo bebe de primera.	44
ANEXO 7. Análisis de variancia (ANOVA) de porcentaje de descarte.	45
ANEXO 9. Análisis de variancia (ANOVA) de porcentaje de mortalidad embrionaria	46
ANEXO 10. Prueba de comparación entre tratamientos (Prueba Duncan) para el porcentaje de mortalidad embrionaria.	46

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto del uso de periodos cortos de incubación durante el almacenamiento de huevos (SPIDES) sobre el proceso de incubación artificial, medido a través de los parámetros de porcentajes de nacimiento de pollos bebe de primera, porcentaje de descarte y porcentaje de mortalidad embrionaria en gallinas reproductoras jóvenes y adultas. El uso de SPIDES en huevos almacenados por más de siete días mejora los resultados de los parámetros de incubación independientemente de la edad de la gallina reproductora. En promedio, el uso de SPIDES mejoro en 7.74% los nacimientos de pollos bebe de primera, disminuyo en 1.04% el descarte y redujo en 5.53% la mortalidad embrionaria respecto a los tratamientos sin SPIDES. La aplicación de SPIDES permitió disminuir la pérdida de huevos incubables. Los huevos con cinco días de almacenamiento como máximo tuvieron, como era de esperar, mejores resultados en los parámetros de incubación en comparación con los demás tratamientos.

Palabras clave: huevos incubables, SPIDES, parámetros de incubación, gallinas reproductoras.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the effect of the use of short incubation periods during egg storage (SPIDES) on the artificial incubation process, measured through the parameters of birth percentages of first-class baby chicks, discard percentage and percentage of embryonic mortality in young and adult breeding hens. The use of SPIDES in eggs stored for more than seven days improves the results of incubation parameters regardless of the age of the breeder hen. On average, the use of SPIDES improved hatching of first-time chicks by 7.74%, decreased discarding by 1.04%, and reduced embryonic mortality by 5.53% compared to treatments without SPIDES. The application of SPIDES allowed to reduce the loss of hatching eggs. Eggs with a maximum of five days of storage had, as expected, better results in incubation parameters compared to the other treatments.

Keywords: hatching eggs, SPIDES, incubation parameters, breeding hens.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática:

El sector avícola desde hace 10 años tiene crecimientos entre 6% al 8% anual, mejorando los ratios de conversión y producción para mantener el sitio que se ha ganado como la principal fuente de proteína animal en el Perú (Berrocal, 2020). En nuestro país se consume 51 kilos anuales de pollo por persona (Favre, 2022), lo cual es un indicador muy importante para asegurar la producción constante de pollos de carne y no afectar el acceso y disponibilidad, ayudando a la economía familiar y contribuir a la seguridad alimentaria.

La producción de pollos de engorde se inicia a través de las plantas de incubación, ya que nos van a proveer de pollos de calidad que serán destinados a granjas reproductoras de carne y luego hacia el consumo humano; esta producción debe ser constante a lo largo del tiempo para que no exista variación entre la oferta y la demanda. Por ende, se tiene que generar una compleja sincronización entre ave producida y ave consumida, requiriendo del almacenamiento de huevos fértiles por periodos mayores a siete días.

El almacenamiento de huevos fértiles puede ser a causa de una sobreproducción de huevos incubables, altos porcentajes de fertilidad generando menor uso de la materia prima y baja demanda del consumo de pollo de carne a causa de problemas coyunturales a nivel económico y social. El contenido del huevo va a sufrir cambios por el almacenamiento, como la pérdida de densidad, variación del pH, muerte celular y rupturas de membranas, afectando la incubabilidad, ya que provoca una mortalidad embrionaria, baja calidad de pollitos bebés, mortalidad en la primera semana en granja y pérdidas económicas para el productor (Oviedo, 2020; Dymond et al., 2013).

Ante esta problemática surgieron técnicas para el aseguramiento de la calidad del huevo por un mayor tiempo de almacenamiento, como es el uso del “SPIDES” que son las siglas de “Short Period Incubation During Egg Storage” que significa “periodos cortos de incubación durante el almacenamiento de los huevos”, con la finalidad de conservar la estructura del embrión y mejorar la incubabilidad del huevo almacenado (Boerjan, 2014).

1.2. Objetivos:

Determinar el efecto del uso de periodos cortos de incubación durante el almacenamiento de huevos sobre el proceso de incubación artificial, medido a través de los parámetros de porcentajes de nacimiento de pollos bebe de primera, porcentaje de descarte y porcentaje de mortalidad embrionaria en gallinas reproductoras jóvenes y adultas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Proceso de incubación de pollos

Las incubadoras artificiales de huevo en la industria avícola son el reemplazo a la gallina en su proceso natural de incubación, manteniendo unas condiciones ambientales controladas de temperatura y humedad relativa, así como un movimiento oscilante de los huevos creando las mejores condiciones para el desarrollo del embrión, en cual, en un tiempo aproximado de veintiún días y/o 504 horas, estará listo para eclosionar del cascarón y comenzar su vida productiva (Castilla, 2014).

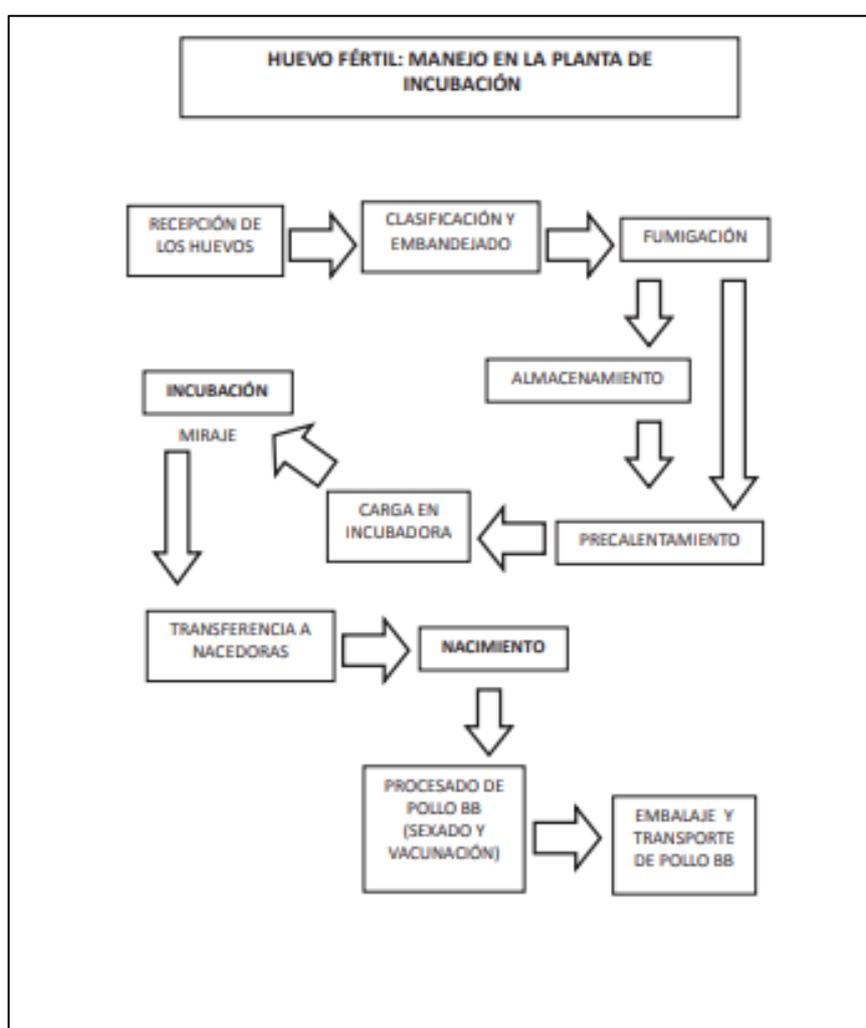


Figura 1. Flujo de huevos en plantas de incubación (Morales, 2014).

Por tanto, la planta de incubación es un componente esencial en la cadena de producción avícola, que junto con todo lo relacionado al huevo, son los que determinan la calidad y vitalidad del pollo bebe de un día, el cual, a su vez, es el factor que en último término determina la calidad y el desempeño del producto final (Boerjan, 2009).

Toda planta de incubación debe ser construida de tal forma que los huevos fértiles lleguen por un extremo y los pollos bebe salgan por otro (ver Figura 1), es decir tener un flujo de una sola vía, desde las áreas limpias hacia las menos limpias con la finalidad de evitar la contaminación cruzada (Morales, 2014).

2.1.1 Incubación por etapa única

Existen las incubadoras de etapa única, basadas en el concepto “todo dentro, todo fuera”, posibilitan una mayor bioseguridad y mejor limpieza de las máquinas, donde la máquina se llena una sola vez con huevos del mismo tipo o lote de reproductoras, de manera que se trabaje con huevos en la misma fase embrionaria, creando las condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación para cada fase del desarrollo embrionario, obteniéndose mejoras en los parámetros de incubación (Bennett, 2010). Dichas maquinas ofrecen la mejor opción en cuanto a higiene y limpieza de las incubadoras, ya que este sistema mejora la calidad del pollito a través de la incubación y nacimientos aislados, especializados de cada lote de huevo y pollito. A la vez, es la opción más exigente y menos flexible en términos de manejo, monitoreo y mantenimiento de los equipos, lo cual permite elaborar perfiles de incubación por etapas ajustables a un conjunto de parámetros preestablecidos y particulares a cada etapa del periodo del desarrollo embrionario (Salazar, 2012). Importante hay que mencionar que las tasas específicas de intercambio de aire las cuales son requeridas en diferentes momentos durante la incubación. La compuerta (damper) estará completamente cerrado o casi cerrado durante las primeras etapas de la incubación. El damper se abrirá gradualmente conforme el ciclo de incubación avance y se abrirá por completo al final del ciclo de incubación (Cobb, 2020).

Además, Risso recomienda el uso de las máquinas de etapa única porque obtuvo un mayor porcentaje promedio de nacimiento total de 87.59 %, en comparación al sistema de incubación de etapa múltiple que alcanzo el 87.24 % (Risso, 2018). Las diferencias más marcadas entre una incubadora de etapa única vs etapa múltiple se aprecian en la Tabla 1.

Tabla 1. Diferencias de Etapa Múltiple vs Etapa Única.

	Etapa Múltiples	Etapa única / Una sola etapa
Temperatura	Se basa en la mezcla entre los embriones productores endotérmicos y exotérmicos para balancear las temperaturas durante el marco de tiempo de incubación	Los ajustes de temperaturas se deben monitorear cuidadosamente y ajustar para que proporciones más calor en las etapas iniciales y que disminuya a medida que el desarrollo progrese
Humedad	Generalmente establecido de 47 a 52% dependiendo del fabricante y los tipos de huevos.	La humedad es inicialmente alta para promover osmosis entre el albumen y la yema, pero se disminuye en etapas posteriores durante el desarrollo del corazón y el sistema circulatorio de la sangre
Ventilación	Tasa de intercambio de aire constante de aproximadamente 0.14m cúbicos/ minuto/ huevo y con ajuste de CO2 a un máximo de 0.4 %.	Las tasas de intercambio de aire varían y se ajustan conforme a la humedad y la pérdida de humedad el huevo.
Sanitización	Limpieza y desinfección no se puede hacer en todos los lugares sin interrumpir los horarios de incubación.	Permite una limpieza y desinfección profunda entre incubaciones de huevo cada 18 días.
Costo	Costos de energía y equipo relativamente bajos.	Costos de energía y equipo relativamente más altos.

Fuente: Cobb, 2020.

2.1.2 Parámetros de incubación

Durante en proceso de incubación, hay que controlar parámetros como: volteo de huevos, temperatura, humedad y ventilación. Cuando el huevo está en condiciones apropiadas, el embrión comienza a desarrollarse hasta formar un pollo bebe completo (Gill, 2005).

2.1.2.1 Temperatura

La temperatura del aire en la incubadora juega un papel importante ya que el calentamiento de los huevos durante la incubación se produce mediante el intercambio de calor entre el aire exterior y los huevos (Nieves, 2015). La temperatura de la cascara no puede superar los 102 grados Fahrenheit ya que la calidad del pollito va a ser afectada, generalmente los pollitos de los huevos sobrecalentados nacerán antes, por tanto, son más propenso a la deshidratación. También serán más pálidos, más pequeños, el saco vitelino será más grande y ombligos no cicatrizados serán más comunes (Aviagen, 2020).

2.1.2.2 Ventilación

Las incubadoras normalmente extraen aire fresco de la habitación o aire fresco del plenum donde se encuentran ubicados. Este aire fresco suministra oxígeno y humedad para mantener la humedad relativa correcta. El aire que va saliendo de la incubadora remueve el CO₂, la humedad y el exceso de calor producido por los huevos. El suministro de aire hacia la sala de incubación debe ser de 5 a 8 pcm (8.5 a 13.52 m³/hr) por 1000 huevos.

2.1.2.3 Volteo

La frecuencia de volteo y ángulo de volteo (ideal 38 - 45 grados) de los huevos es esencial para lograr buenos nacimientos. Un mal volteo puede incrementar niveles mortalidad temprana (membrana y anillo de sangre) y tardía, malposiciones en muertes tardías y también albumen no absorbido cubriendo algunos pollitos (Aviagen, 2020). Por eso, es importante girar el huevo ya que evita que el embrión se pegue a las membranas de la cáscara, particularmente durante la primera semana de incubación, y promueve el desarrollo de las membranas embrionarias (Cobb, 2020).

2.2 Manejo y almacenamiento de huevos incubables

2.2.1 Generalidades

El huevo incubable es un elemento vivo que debe ser manejado desde la granja con la recolección de huevos hasta el momento que será incubado en la planta de incubación. Una vez que el huevo es puesto, su potencial de incubabilidad se puede, en el mejor de los casos, mantener, pero no ser mejorado. Al ser mal manipulado, su potencial de incubabilidad se deteriorará rápidamente (Cobb, 2020). Lo ideal para una buena incubación es mantener la edad del huevo menor a siete días al momento de colocarlo en la maquina incubadora. No obstante, en las incubadoras de reproductoras no es viable porque se pueden acumular cantidades de

huevos de varias parvadas y dependen en general del mercado por estacionalidad u otros motivos.

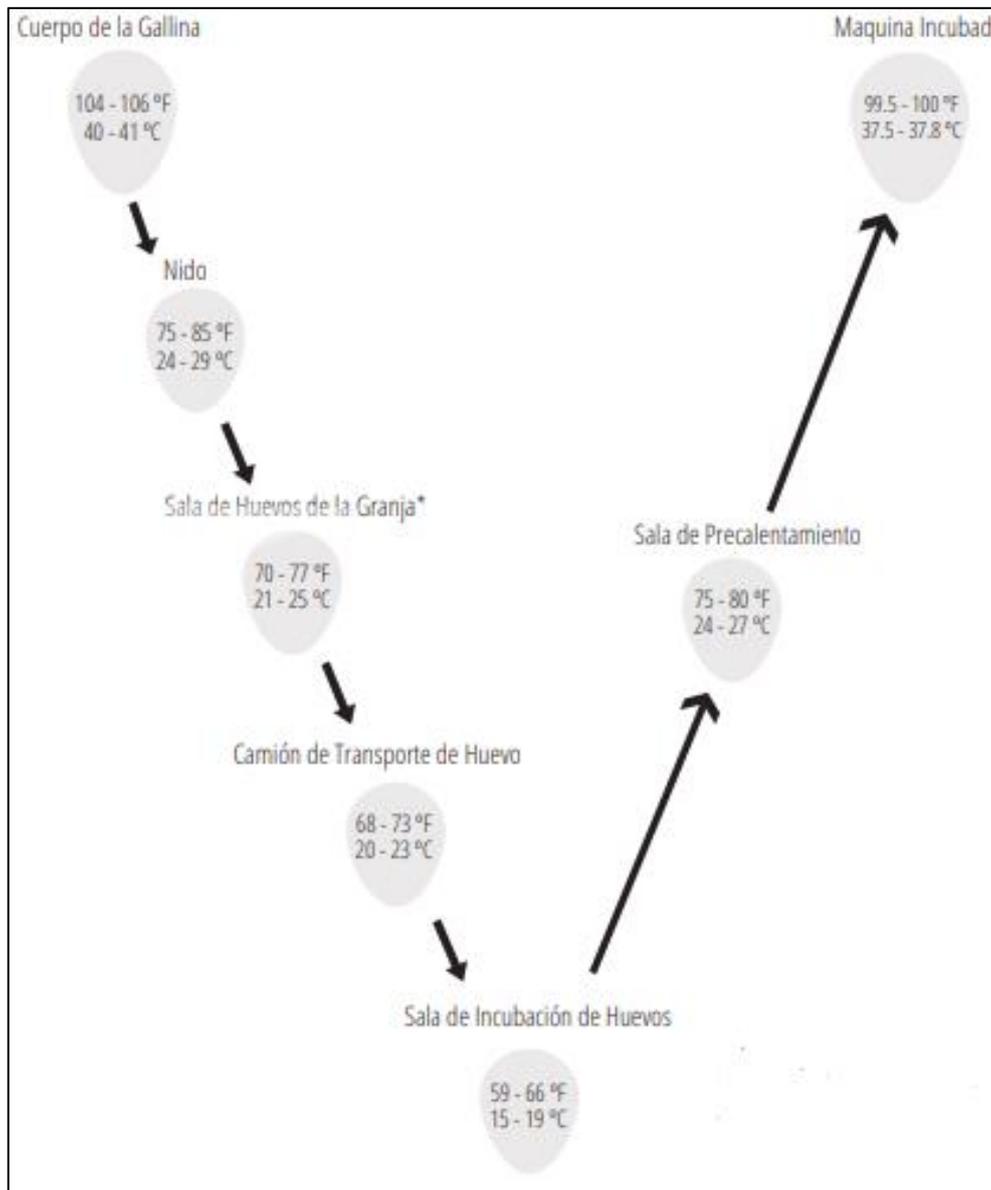


Figura 2. Flujo de la temperatura del huevo incubable. Cobb, 2020.

En el almacenamiento de huevos existen tres áreas principales (sala de huevos en la granja, los vehículos de transporte y la sala de huevos en la incubadora) que debemos tener en cuenta para evitar cambios bruscos en la temperatura y humedad, lo cual puede llevar a la condensación en la cascara del huevo produciéndose un lugar idóneo para las bacterias (Cobb, 2020).

El traslado de los huevos a la planta de incubación debe ser con camiones equipados para asegurar darle al huevo las condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación; ya que,

si no se tiene en cuenta estos parámetros, se puede iniciar un desarrollo embrionario en el camión; el cual causaría el debilitamiento del embrión (Brake, 1988).

Por tanto, la curva ideal de manejo de temperatura para huevos incubables después de la postura durante el almacenamiento es como la Figura 2, donde la reducción de temperatura es gradual (Cobb, 2020).

2.2.2 Desventajas

La gallina cuando pone el huevo, el embrión va a contener más de 30,000 células y habrá alcanzado la Etapa IIX-X de desarrollo (Figura 3), pero si los huevos se almacenan por más días, las células del embrión comienzan a morir y después de diez a doce días de almacenamiento, más de la mitad de las células presentes en la oviposición habrán muerto (Nicholson et al, 2013). La reducción de la viabilidad embrionaria durante el almacenamiento del huevo se debe a la apoptosis (muerte celular) del huevo (Hyline, 2017).

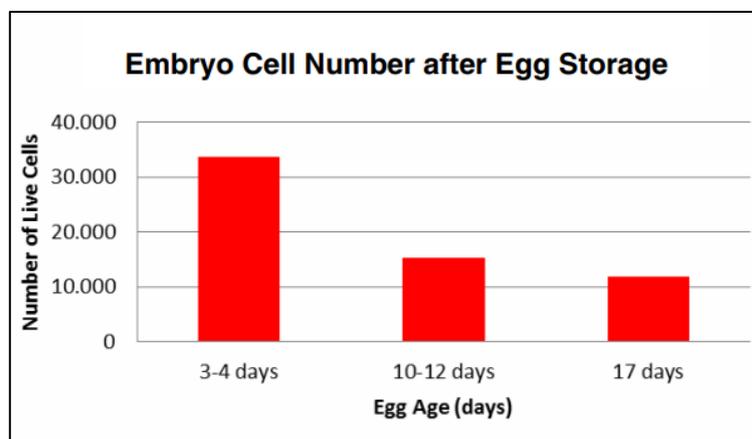


Figura 3. Número de células embrionarias en los huevos de reproductoras de pollos de engorde vs. la edad del huevo. Nicholson et al, 2013.

Los huevos almacenados por menos de cinco días no afectan el porcentaje de nacimiento, pero almacenarlos por más tiempo ocasiona disminución considerable de la incubabilidad (North y Bell, 1993), el almacenamiento después de seis días es de 0.5 % por día hasta el día diez, y de 1 a 1.5% después de los diez días (ver Figura 4) (Cobb, 2020).

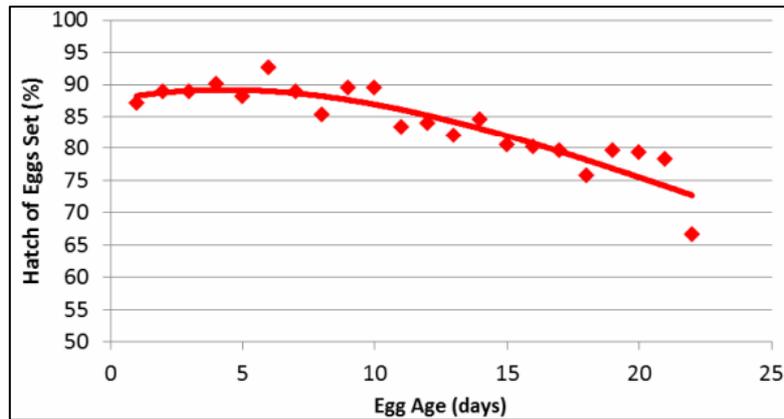


Figura 4. Cambios en la incubabilidad durante 21 días en huevos de reproductoras Ross 308.

Nicholson et al, 2013

Asimismo, durante un almacenamiento prolongado (mayor de siete días), ocurren una serie de cambios dentro del huevo, los cuales contribuyen a deteriorar la incubabilidad. El pH del albumen aumenta y, como consecuencia, cambia la estructura de su proteína, causando una pérdida de la viscosidad del albumen porque la actividad de la lisozima disminuye. Las membranas de la yema cambian puesto que el agua pasa por ósmosis del albumen al vitelo y la membrana vitelina se adelgaza y se debilita (Nicholson, 2012).

2.2.3 Consideraciones

El huevo incubable bien manejado y almacenado va a producir un pollo de buena calidad, por lo que se recomienda que durante el almacenamiento los huevos deben permanecer a una temperatura de 15 a 18 grados centígrados (59–64 grados Fahrenheit) con una humedad relativa de 70–80% y cuando sea necesario guardar huevos por más de 10 días, se utilizara una temperatura de 13 grados centígrados (55.4 grados Fahrenheit) con 70–80% de humedad o usar un programa SPIDES (Hyline, 2017). Aviagen también recomienda que la mejor temperatura de almacenamiento de huevos de diferentes edades sea de 15 grados centígrados y no de 18 grados centígrados, ya que es muy poco probable que se presenten problemas de condensación al momento de incubarlos (Aviagen, 2020).

2.3 Cortos periodos de incubación durante el periodo de almacenamiento de huevos (SPIDES)

La teoría detrás de SPIDES proviene de la naturaleza, es decir, cuando la gallina pone una nidada de huevos, generalmente es uno al día, los huevos que ya están en el nido se calentarán durante una o dos horas mientras el ave está en el proceso de poner el nuevo huevo. Los huevos se enfriarán hasta que se agregue el huevo del día siguiente. Cuando el ave ha terminado de producir la nidada y comienza a incubar, todos los huevos están en el mismo horario y eclosionarán el mismo día (Hyline, 2017).

El efecto de los SPIDES permite mantener la formación de estrías primitivas intermedias necesarias para el desarrollo embrionario debido a que aumentan la multiplicación celular y mantienen la estructura del blastodermo (Dymond et al., 2013). Por otro lado, los huevos incubables sin SPIDES sufren de un deterioro del albumen, debido al cambio excesivo de pH y a la deshidratación por lo tanto el embrión queda expuesto al oxígeno, lo que provoca un proceso de oxidación de células embrionadas viables y causa la muerte celular (Ferreira, 2021).

2.3.1 Objetivo

El tratamiento térmico de huevos (SPIDES) promueve la división celular, cortos periodos de desarrollo embrionario (Cobb, 2020) y mayor flexibilidad en la regla de incubar huevos con periodos de almacenamiento de 7 días brindando una brecha hasta los 21 días de almacenamiento (Dymond et al., 2013). Asimismo, los huevos con SPIDES exhiben proporciones más altas de células viables después de cada tratamiento, al disminuir los efectos negativos de la muerte celular inducida por el almacenamiento del huevo (Bakst et al., 2016)

2.3.2 Ventajas

Mejora la incubabilidad de huevos fértiles (Damaziak et al., 2018), logrando como beneficio un mayor número de pollos bebes en la tasa de nacimiento dejando de perder 0.77 pollitos acumulados por ave alojada (Jaimes, 2015). Investigaciones realizadas por la empresa Petersime y Hy-Line do Brasil muestra resultados en gallinas ponedoras, en donde obtienen resultados beneficiosos en cuanto el uso de SPIDES generando una mejora del 2.12% en resultados de incubación, reducción de 0.91% de descarte, reducción de 0.9% de mortalidad temprana y una mejora de 1.5% en la uniformidad (Manchado, 2021). La experiencia práctica ha demostrado que el SPIDES puede aumentar la incubabilidad hasta en un 25 por ciento, según la raza y la edad de la parvada de reproductoras, asimismo, tiene un mayor efecto en huevos de

parvadas reproductoras de menos de 45 semanas en comparación con huevos no tratados con la misma edad (Hyline, 2017).

La recuperación de los huevos con el uso de SPIDES genera más uniformidad durante la incubación y después del nacimiento, ya que existe una mejor sincronización de los embriones desde el principio, lo que da lugar a una ventana de nacimiento más estrecha y pollitos más uniformes; disminuye la mortalidad embrionaria y permite pedidos grandes de pollitos con un número menor de reproductoras (Kohl y Bramwell, 2018).

2.3.3 Desventajas

Las desventajas son el aumento de las horas de trabajo / hombre para mantener los huevos, es decir, personal calificado para realizar el correcto procedimiento de SPIDES y evitar malos manejos con el huevo tratado; asimismo la planta incubadora debe tener los espacios adecuados ya que puede complicar el flujo de huevos en la sala de almacenamiento (Aviagen, 2020).

2.3.4 Procedimiento

Se realiza el tratamiento SPIDES solo cuando los huevos son colocados en bandejas de incubadoras de plástico y luego estos son colocados en los coches de incubadoras que serán trasladados hasta la incubadora, donde se realizara el tratamiento térmico.

2.3.4.1 Previo al SPIDES

La máquina incubadora donde se realizará el tratamiento térmico debe estar precalentada a unos 25 grados centígrados, al momento de la recepción de los huevos provenientes de la sala de almacenamiento de huevos (Aviagen, 2020).

2.3.4.2 Fase de calentamiento

Es el tiempo necesario para calentar los huevos por encima de los 32 grados centígrados (90 grados Fahrenheit), el tiempo para alcanzar dicha temperatura puede variar de dos a ocho horas, dependiendo del tipo de maquina incubadora que se esté utilizando (Jaimes, 2015).

El tiempo que tardan los huevos en llegar a temperaturas por encima de los 32 grados centígrados (90 grados Fahrenheit) no tiene ningún efecto en el resultado de SPIDES, los tiempos de calentamiento tanto lentos como rápidos son eficaces (Aviagen, 2013).

2.3.4.3 Fase de incubación

Una vez que la máquina alcance el punto de ajuste deseado, mantenga los huevos a esta temperatura durante dos a cuatro horas y luego comience el proceso de enfriamiento de la manera más rápida y uniforme posible (Jaimes, 2015).

El embrión no puede estar por encima de 32 grados centígrados (90 grados Fahrenheit) por más de 13 horas (temperatura de la cáscara de huevo, no la temperatura del aire). Si el paso del tratamiento térmico es demasiado largo, puede producirse una pérdida embrionaria (Cobb, 2020).

2.3.4.4 Fase de enfriamiento

Una vez que la temperatura de la cáscara de todos los huevos haya alcanzado un mínimo de 90 grados Fahrenheit (32 grados centígrados), comience a enfriar los huevos lo más rápido y uniformemente posible hasta que alcancen la temperatura de la sala de almacenamiento de huevos (Jaimes,2015). Cobb recomienda llevar la temperatura a 26 grados centígrados (Cobb, 2020).

2.3.4.5 Después del SPIDES

Los huevos con tratamiento térmico deben ser colocados en una sala donde no estén junto a otros huevos (Cobb, 2020). Además, es muy importante espaciar las rejillas para que los huevos puedan volver a enfriarse de manera uniforme y rápida (Jaimes,2015).

2.3.5 Frecuencia

El número de tratamientos térmicos dependerá de cuánto tiempo se almacenen los huevos, en Cobb (Tabla 2) y Aviagen (Tabla 3) recomiendan realizar como máximo tres tratamientos térmicos por los días de almacenamiento, pero respetando que el tiempo acumulado por encima de 32 grados centígrados (90 grados Fahrenheit) sea de 12 horas o menos (Aviagen, 2013).

Tabla 2. Directrices para el tratamiento térmico.

Tiempo esperado de almacenamiento (días)	Numero de tratamientos	Días de tratamiento (Edad del huevo)
9 a 11	1	Día 5 o 6
12 a 16	2	Día 6 y día 11
17 o más	3	Día 6, día 11 y día 16

Fuente: Cobb, 2020.

Tabla 3. Frecuencia sugerida de SPIDES

Edad del huevo al momento de cargarlo	Numero de tratamientos	Edad del huevo(días) al momento del tratamiento
7	1	4-5
14	2	5-6 y 10-12
21	3	5-6, 10-12 y 15-18

Fuente: Aviagen, 2013.

Lo recomendable es realizar el primer tratamiento después de cinco a seis días de almacenamiento de huevos. A partir de entonces, se administrarán tratamientos adicionales cada cinco a seis días (Jaimes, 2015). Un estudio demostró que no es aconsejable excederse los seis tratamientos SPIDES porque dieron peores resultados que tres o cuatro, de igual manera sucedió cuando se sometió a calor durante seis horas, en lugar de dos o cuatro, generando que el tratamiento más extremo (seis repeticiones de seis horas de incubación) muy pocos huevos llegaron a eclosionar. (Nicholson, 2012).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Contribución en la solución de situaciones problemáticas presentados

En las plantas de incubación la principal materia prima es el huevo incubable, dicha materia tiene que recibir las mejores condiciones desde el inicio de la postura hasta el momento que finaliza su proceso de incubación. La literatura nos menciona que el huevo incubable ideal debe tener menos de siete días de almacenamiento, sin embargo, las variaciones de los pedidos de producción de pollo de carne, los volúmenes de producción de granja, mercados de diferente tamaño y condiciones de temporada, generan el aumento del tiempo de almacenamiento, lo cual va a disminuir la eficiencia en el proceso de incubación.

Durante mi permanencia como encargada en la planta de incubación de reproductoras, aporte la implementación del uso de cortos periodos de incubación a los huevos almacenados (SPIDES) de forma periódica con la finalidad de obtener pollitos bebes de buena calidad y por ende una mejor respuesta en la primera semana de crianza en las granjas de reproductoras de pollo de carne, a través de la mejora de los parámetros productivos de incubación.

Por otro lado, no solo me base en el realizar el tratamiento de SPIDES, sino también en uniformizar las cargas de huevos incubables, crear nuevos perfiles de incubación (incubadoras y nacedoras) y mejoras en el manejo de los huevos incubables, los cuales se vieron reflejados en la calidad del pollito bebe.

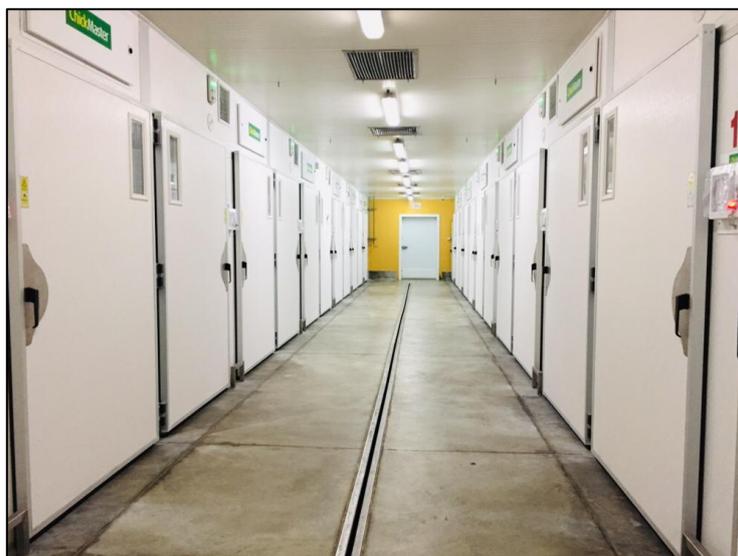


Figura 5. Sala de incubadoras.

La planta de incubación donde se realizó estos tratamientos está ubicada en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima. Cuenta con 15 máquinas incubadoras (ver Figura 5) y 4 máquinas necedoras de etapa única de la marca ChickMaster, modelo “AVIDA SYMPHONY”; donde cada maquina posee una capacidad de 31,680 huevos incubables. La línea genética que se incuba es ROSS 308 AP, un ave de crecimiento rápido, excelente conversión alimenticia y ganancia de peso, características que se transmiten y generan un alto rendimiento en su progenie (Aviagen, 2017).



Figura 6. Infraestructura de la planta de incubación.

Los tratamientos evaluados fueron cinco y consistían en “Tratamiento 1 o control” que son los huevos frescos, “Tratamiento 2” son los huevos incubables almacenados por siete a catorce días sin SPIDES, “Tratamiento 3” son los huevos incubables almacenados por siete a catorce días con SPIDES, “Tratamiento 4” son los huevos incubables almacenados por quince a veintiún días sin SPIDES y el “Tratamiento 5” son los huevos incubables almacenados por quince a veintiún días con SPIDES; y cada tratamiento se experimentó en parvadas jóvenes y adultas.

El sistema de incubación utilizado es de etapa única que consiste en “todo dentro - todo fuera”, es decir, que al término de cada proceso de incubación que consta de 19 días, se vacía la máquina para poder limpiarla y desinfectarla hasta introducir la nueva carga de huevos incubables.

Respecto a la infraestructura es de material noble (ver Figura 6), donde las áreas limpias y sucias se encuentran separadas para prevenir contaminación cruzada, y una presión positiva de

limpio a sucio. Se cuenta con tres salas de almacenamiento de huevos incubables, una sala de embandejado, sala de recepción de huevo, sala de incubadoras, sala de transferencia, sala de nacedora, dos salas de proceso, dos salas de selección y áreas de lavado según corresponda; dichos ambientes se encuentran totalmente equipados con equipos de aire acondicionado, extractores, inyectores y removedores de flujo de aire.

3.2 Análisis de la contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional.

Una vez adquirido y afianzado toda la teoría sobre el tratamiento SPIDES se procedió a organizar un programa de trabajo donde se realizó las siguientes tareas para determinar un adecuado procedimiento y perfil según las necesidades de la empresa.

3.2.1 Manejo del huevo incubable

El manejo del huevo incubable en planta de incubación comienza desde la recepción de los huevos provenientes de granja (en nuestro caso es de manera diaria), dichos huevos se van a recepcionar en un ambiente que estará a 15 grados centígrados y permanecerán en ese ambiente por un periodo de 2 – 6 horas (ver Figura 7), para luego ser embandejados (actividad que consiste en trasladar los huevos que se encuentran en bandejas de 30 unidades a bandejas de 165 unidades) y colocados en sus respectivos coches y salas de almacenamiento (ver Figura 8) con la finalidad de que exista un mejor flujo de aire entre los huevos.



Figura 7. Recepción de huevos incubables.

Un punto importante en el manejo de los huevos incubables es garantizar que no exista variación de temperaturas hasta el momento de ser incubados, por tanto, es crucial garantizar un adecuado transporte de huevos desde la granja hasta la planta de incubación; en nuestro caso se utiliza un camión climatizado y de uso exclusivo para el transporte de huevos donde se puede apreciar un buen comportamiento de la temperatura indistintamente del clima exterior (ver Figura 7).



Figura 6. Embandejado de huevos incubables.

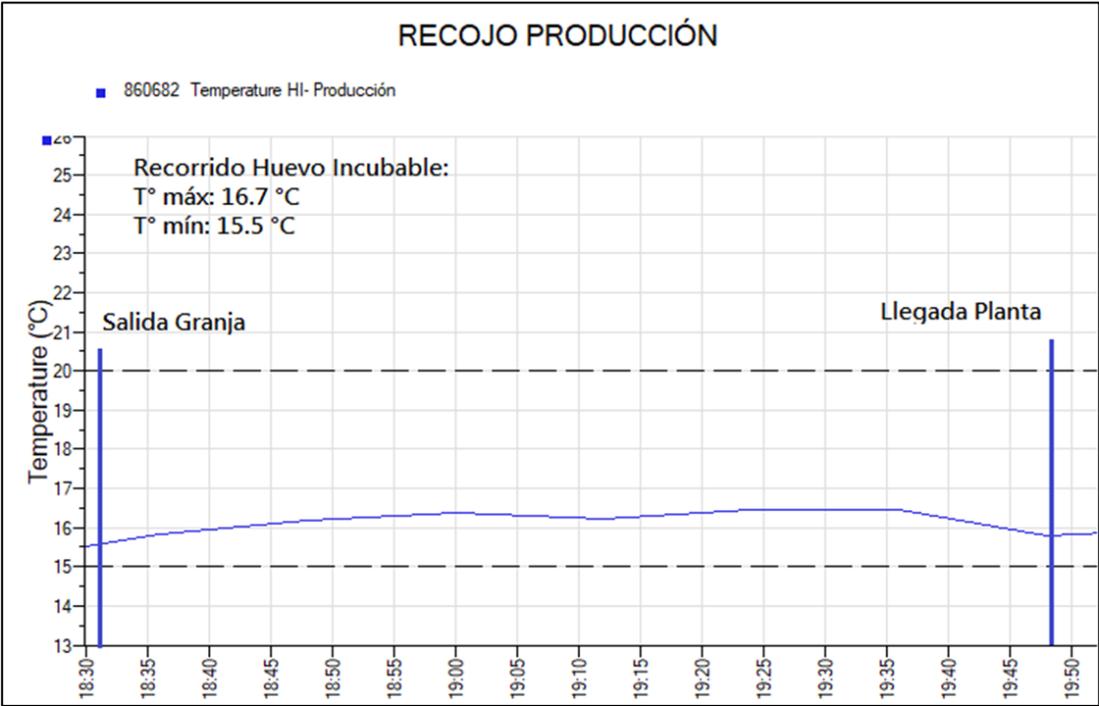


Figura 7. Temperatura de recorrido de huevo incubable.

3.2.2 Perfil de SPIDES

Respecto a la literatura se trabajó un perfil de SPIDES (ver Figura 8) que consta de tres pasos; el primer paso será la fase de calentamiento que tendrá como finalidad llevar la temperatura de los huevos fértiles de 59 a 80 grados Fahrenheit en un periodo de dos horas; el segundo paso será la fase de incubación donde los huevos fértiles alcanzaran una temperatura de 97.2 grados Fahrenheit por lapso de cinco horas y el tercer paso será la fase de enfriamiento donde los huevos fértiles tendrán que obtener una temperatura de 78 grados Fahrenheit en un lapso de dos horas para finalmente ser trasladados a un ambiente que tendrá una temperatura de 59 grados Fahrenheit para que puedan recuperar su temperatura inicial y el embrión retorne a su estado de cero fisiológico. En todos los pasos se tendrá una humedad de 60 por ciento y se realizará un volteo de las bandejas de incubadoras cada 45 minutos a un ángulo de 45 grados. Es importante recalcar que al momento de realizar la carga de los huevos a la maquina incubadora para el proceso de SPIDES, debe estar encendida alrededor de 40 minutos antes para que pueda estar a una temperatura optima y no se demore mucho en llegar la temperatura del primer paso y genere una condensación.

	1	2	3
	2.0	5.0	2.0
	80.0	97.2	78.0
	81.0	98.7	79.8
	77.0	92.7	73.4
	60.0	60.0	60.0
	100.0	100.0	100.0
	30.0	30.0	30.0

Figura 8. Perfil de SPIDES. Elaboración propia.

La grafica obtenida por el SPIDES (ver Figura 9) se observa que la temperatura por encima de 90 grados Fahrenheit es de cuatro horas y que a pesar de que en el paso uno la temperatura de set-point sea 80 °F, la temperatura del cascarón del huevo es de 75°F, y que en la fase de enfriamiento se tiene que contabilizar las horas para que baje después de los 90°F. Asimismo, se debe tener en cuenta que la temperatura que se coloca en el perfil de SPIDES no es la

temperatura del cascarón y se tiene que llegar a conocer muy bien el funcionamiento de la máquina para determinar las horas con exactitud sino producirá una mortalidad temprana.

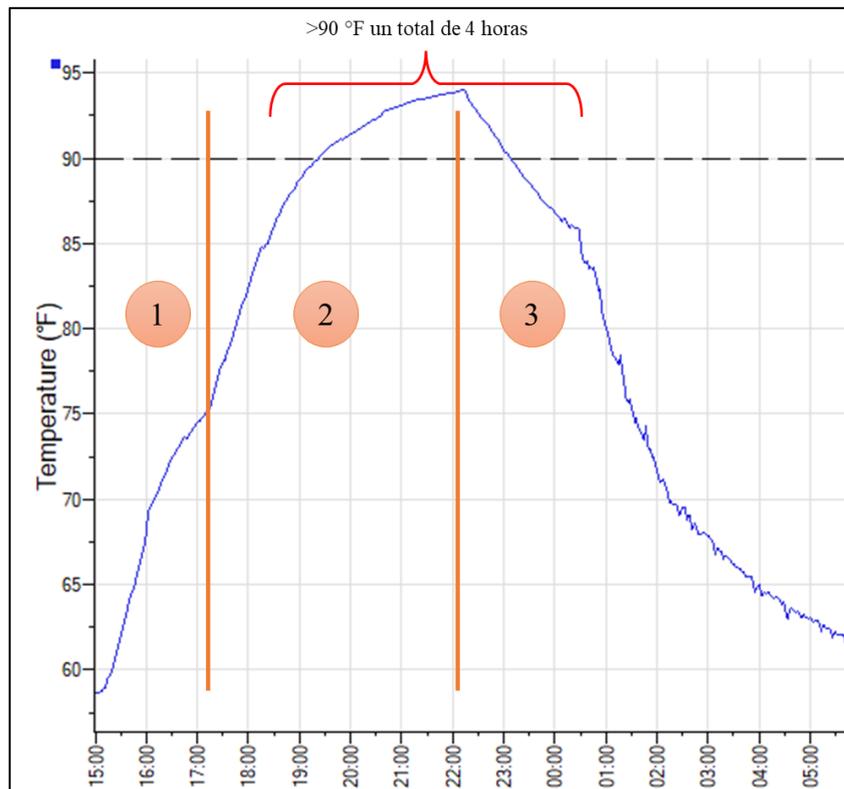


Figura 9. Temperatura de cascarón de huevo en tratamiento SPIDES.

3.2.3 Perfil de incubadora y nacedora

3.2.3.1 Incubadora

El perfil de incubadoras (ver ANEXO 1) que se propuso fue con una abertura de damper de 3.5 días, ya que nos han dado mejor resultado a pesar de que la teoría nos dice que la incubadora de carga única, debe permanecer totalmente sellada durante los primeros 6 - 8 días de incubación, porque durante los primeros cinco de incubación la máquina trata de conservar calor y aumentar los bajos niveles de CO₂ existentes en el gabinete de la unidad pues la producción de calor metabólico y de CO₂ embrionario no es suficiente (Salazar,2012).

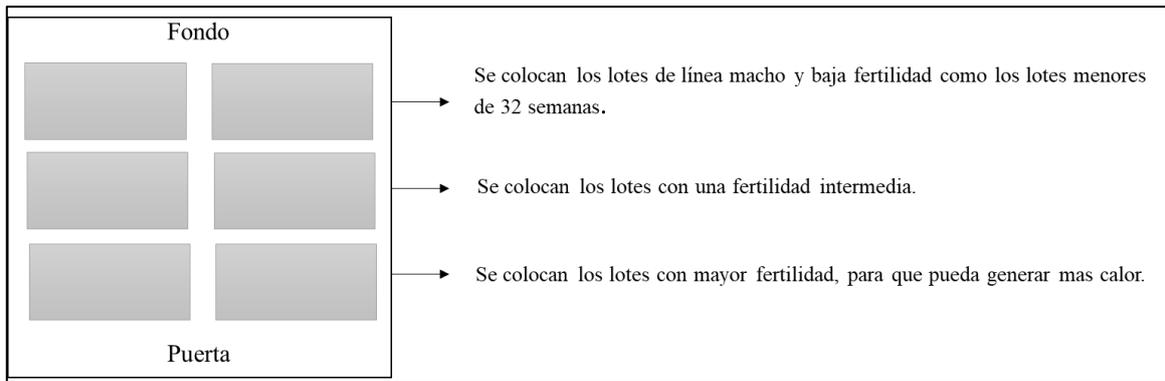


Figura 10. Distribución en la máquina incubadora. Elaboración propia.

Este perfil es apto para una línea macho y una línea hembra de reproductoras sin una distinción de edad y fertilidad de la parvada. Sin embargo, para que la máquina incubadora este balanceada es importante tener en cuenta el tamaño del huevo ya que los huevos grandes producen embriones grandes por ende más calor; edad de la parvada porque los huevos menores a 30 semanas tienden a producir menos calor; y la fertilidad porque los huevos con mayor fertilidad tienen embriones más vivos por tanto producirá más calor (Aviagen, 2020).

La distribución que se propuso (ver Figura 10), es porque un solo una parvada no llega a ser suficiente para llenar una máquina, y generalmente se completa las máquinas con varios lotes de parvadas para hacer un uso eficiente. En la zona del fondo siempre es más caliente y se colocan los lotes de línea macho y/o lotes jóvenes con baja fertilidad, este calor será compensado con un lote adulto y/o de mayor fertilidad ubicado en la zona de la puerta, a la vez tener en cuenta el mismo número de bandejas por coche para que el flujo de aire sea el correcto y que en ambos lados de la máquina este un mismo lote. Al momento de realizar la carga de los huevos incubables (ver Figura 11) es importante tener encendida la máquina por los menos unos 40 minutos antes ya que nos va facilitar el inicio del precalentamiento y evitar la condensación.

La temperatura del cascarón del huevo (ver Figura 12) según el perfil propuesto y la distribución de lotes de diversas parvadas ha generado un comportamiento óptimo de 37.8 – 38.3 grados centígrados (100 -101 grados Fahrenheit), que permitirá un nivel máximo de nacimientos y calidad del pollo.



Figura 11. Maquina incubadora cargada con huevos incubables.

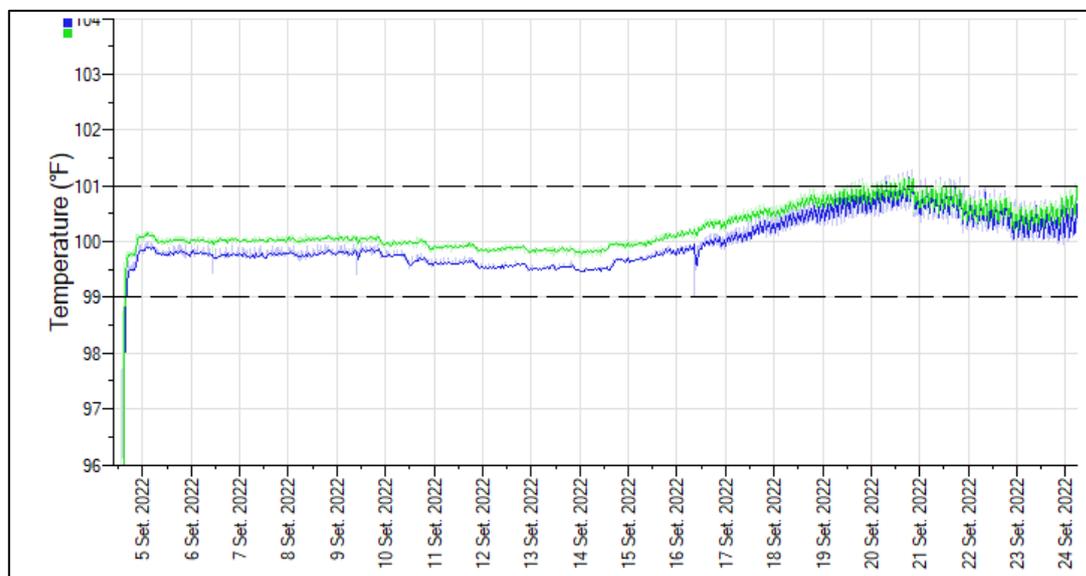


Figura 12. Comportamiento de la temperatura del cascarón del huevo. Elaboración propia.

3.2.3.2 Nacedora

El perfil de nacedoras (ver ANEXO 2) también es apto para todo tipo de lotes de diferentes edades, fertilidades, etc. Se estableció trabajar con un damper cerrado y una temperatura de 98,5 grados Fahrenheit al momento de la recepción de coches proveniente de la transferencia, con la finalidad de no generar un shock térmico e incremente la mortalidad embrionaria.

La máquina nacedora no se abrirá hasta el momento de la saca de pollito bebe. La saca va a ser determinada por la curva de humedad que se observe en el programa “Maestro ChickMaster v2021.03.05” (ver Figura 13), que básicamente es la ventana de nacimiento y cuando la humedad este en 86°, es un indicador que la mayoría de los pollitos (por no mencionar todos) se encuentran aptos para ser seleccionados (ver Figura 14). Los pollos con un programa adecuado pueden permanecer dentro de la maquina sin ser afectados por una sobre temperatura.

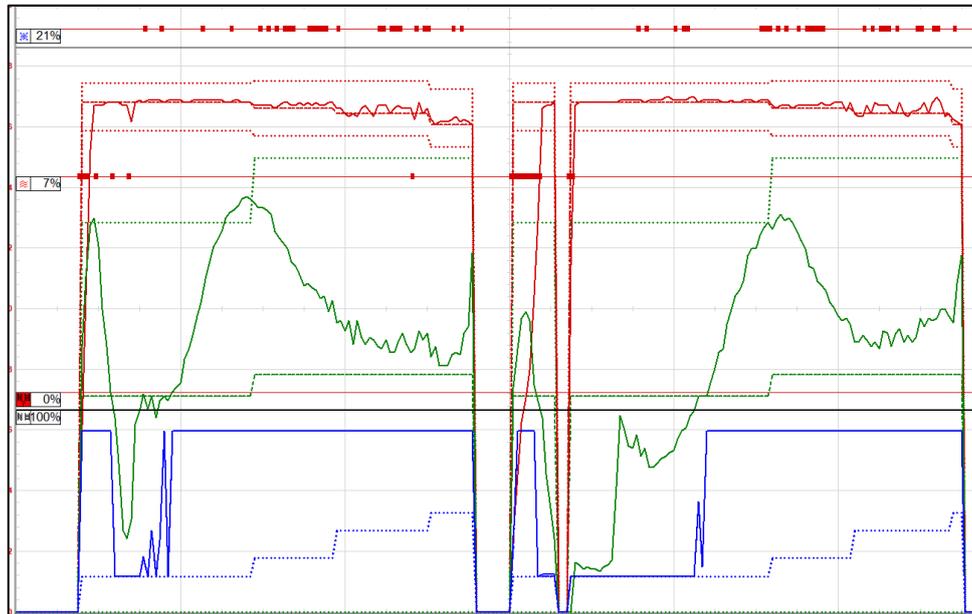


Figura 13. Curva de humedad en el nacimiento. Elaboración propia.



Figura 14. Selección de pollo bebe.

3.3 Nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas.

El nivel de beneficio que tuvo la empresa:

- Utilizar menos cantidad de huevos incubables de reproductoras para la producción de pollitos bebe.
- Mejor aprovechamiento del pollito bebe ya que se obtuvo menor porcentaje de descarte y mortalidad embrionaria.
- En época de COVID- 19, cuando la mayoría de las empresas decidió realizar menos cargas de reproductoras se pudo almacenar huevos alrededor de 21 días, sin verse afectada drásticamente en los parámetros productivos.
- Se capacito personal operario para poder realizar labores sobre el almacenamiento y manejo de huevo incubable.
- Se elimino el proceso de “pollo recuperado/ segunda”, ya que debido a la uniformidad generada solo era necesaria una saca.
- La mortalidad en la primera semana de crianza en granja disminuyo (ver Figura 15), lo cual genero mejores relaciones con los accionistas.

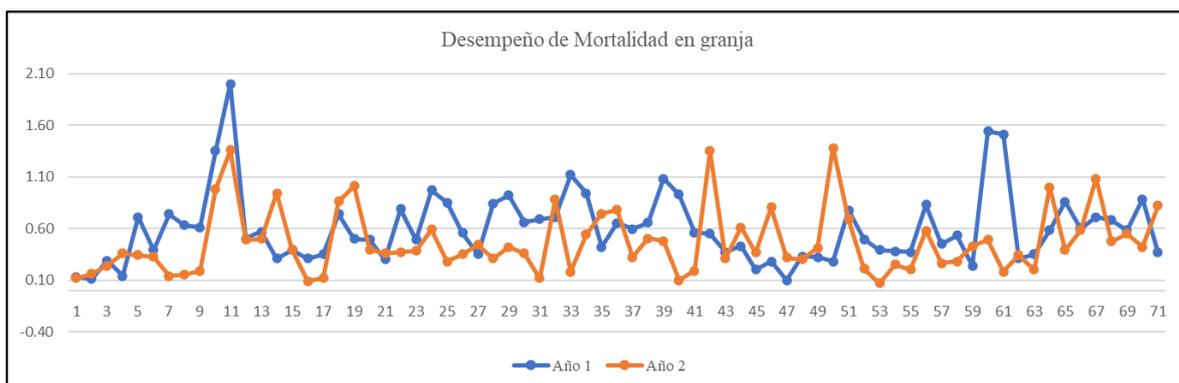


Figura 15. Mortalidad en granja primera semana. Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Nacimiento de pollos bebe de primera

En la Tabla 4 se presentan los resultados de nacimientos de pollos bebe de primera por tratamiento, donde los huevos frescos obtuvieron un mayor valor y los tratamientos con SPIDES tuvieron una tendencia positiva respecto a los tratamientos sin SPIDES, independientemente de la edad de la reproductora. Estos resultados tienen relación con lo que indica la teoría respecto a que el tratamiento térmico de pre-incubación mejora la incubabilidad, debido a una reducción en la mortalidad embrionaria temprana y tardía en huevos de parvadas jóvenes y viejas comparadas con el control (Özlu et al. 2021).

Asimismo, podemos indicar que el porcentaje de nacimiento es ligeramente mayor en los lotes de 34 semanas de edad en comparación con lotes de 40 semanas de edad de reproductora, y que indistintamente del tratamiento que se esté usando, va a ser mayor.

Tabla 4. Nacimiento de pollos bebe de primera por tratamiento y por edad de gallina reproductora.

Edad de la gallina reproductora	T1	T2	T3	T4	T5
	Huevos frescos	Huevos sin SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos con SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos sin SPIDES almacenados 15 a 21 días	Huevos con SPIDES almacenados 15 a 21 días
34 semanas Joven	77.62 %	65.20 %	73.70 %	62.12 %	69.05 %
40 semanas Adulto	76.69 %	65.01 %	72.50 %	58.09 %	67.55 %
Promedio	77.28 %	65.04 %	73.25 %	61.11 %	68.38 %

Fuente. Elaboración propia.

En el análisis del lote joven podemos observar en la Figura 16 que el huevo fresco tuvo mejor respuesta en comparación con los huevos tratados con SPIDES, sin embargo, se obtuvo una respuesta positiva de 8.50% (huevos almacenados mayor a 7 días) y 6.93% (huevos almacenados mayor a 14 días) respecto a los huevos no tratados.

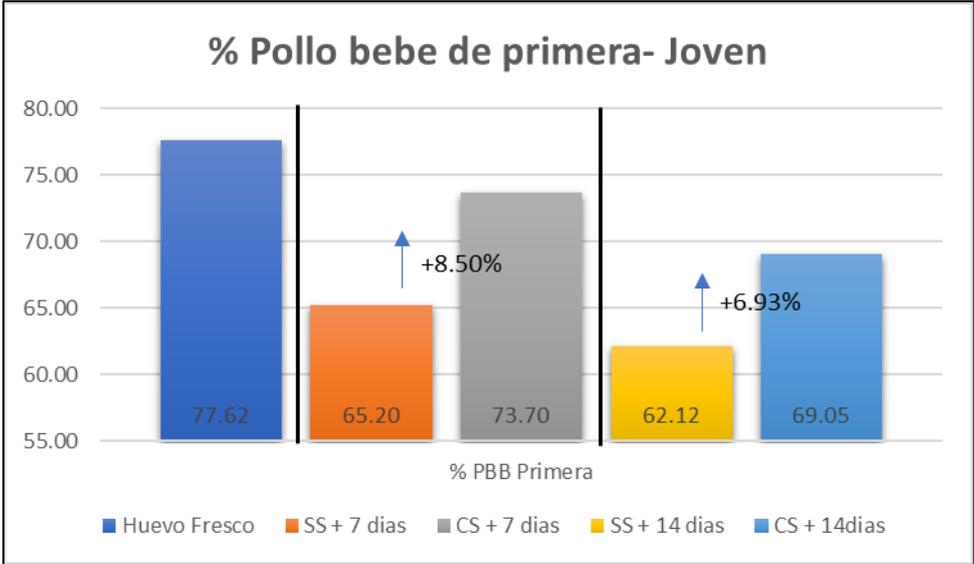


Figura 16. % Pollo bebe de primera – Joven. Elaboración propia.

En el análisis del lote adulto se observa en la Figura 17 que también el huevo fresco tuvo mejor respuesta en comparación con los huevos tratados con SPIDES, sin embargo, se obtuvo una respuesta positiva de 7.49% (huevos almacenados mayor a 7 días) y 9.46% (huevos almacenados mayor a 14 días) respecto a los huevos no tratados.

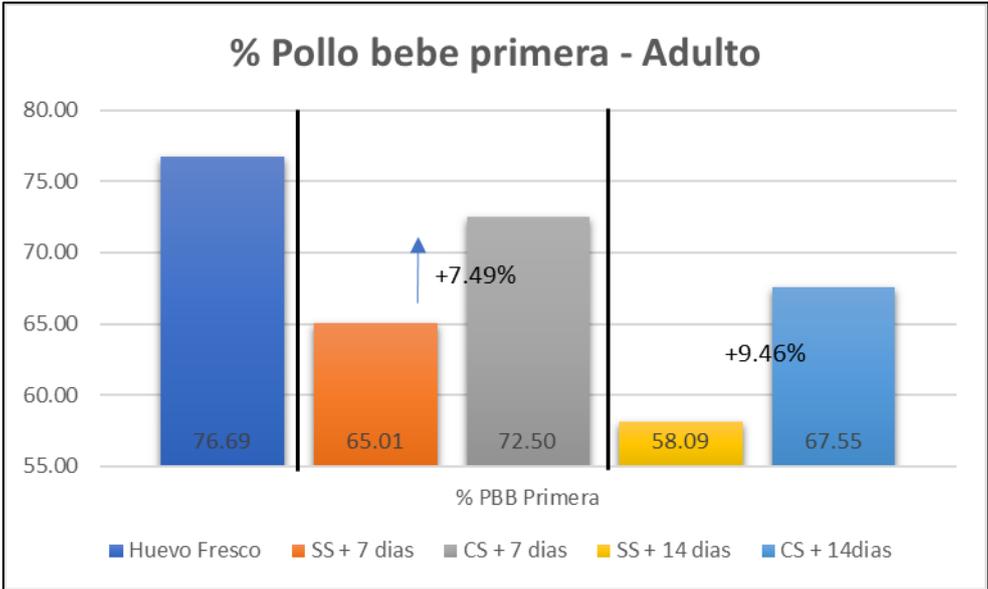


Figura 17. % Pollo bebe de primera - Adulto. Elaboración propia.

4.2 Descarte

Son aquellos pollos bebes no viables que presentan las características de plumaje sucio, ombligos mal cicatrizados, patas deshidratadas, abdomen abultado significado de una mala absorción de yema.

En la Tabla 5 se presenta los resultados del descarte de pollos bebe por tratamiento, donde se puede apreciar una tendencia negativa para los huevos que no han recibido tratamiento SPIDES respecto a los que si se les realizo el tratamiento térmico; concluyendo que los huevos tratados con SPIDES tienen un menor valor en comparación con los huevos no tratados, además los huevos con mayor almacenamiento presentan un descarte mayor en comparación con un huevo fresco, ya que el almacenamiento prolongado de huevos reduce la calidad de los pollitos y su rendimiento posterior (Tona et al., 2003).

Tabla 5. Descarte de pollos bebe por tratamiento y por edad de gallina reproductora.

Edad de la gallina reproductora	T1	T2	T3	T4	T5
	Huevos frescos	Huevos sin SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos con SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos sin SPIDES almacenados 15 a 21 días	Huevos con SPIDES almacenados 15 a 21 días
34 semanas Joven	1.87 %	3.36 %	2.24 %	4.19 %	2.61 %
40 semanas Adulto	2.27 %	3.33 %	2.48 %	2.83 %	2.98 %
Promedio	2.01 %	3.33 %	2.33 %	3.85 %	2.77 %

Fuente. Elaboración propia.

En el lote joven, el porcentaje de descarte es menor en el huevo fresco y en los huevos tratados con SPIDES en comparación con los huevos no tratados, por ejemplo, en los huevos con SPIDES almacenados mayor a 7 días hubo una diferencia negativa de 1.12% y en los huevos con SPIDES almacenados mayor a 14 días hubo una diferencia negativa de 1.58% (ver figura 18).

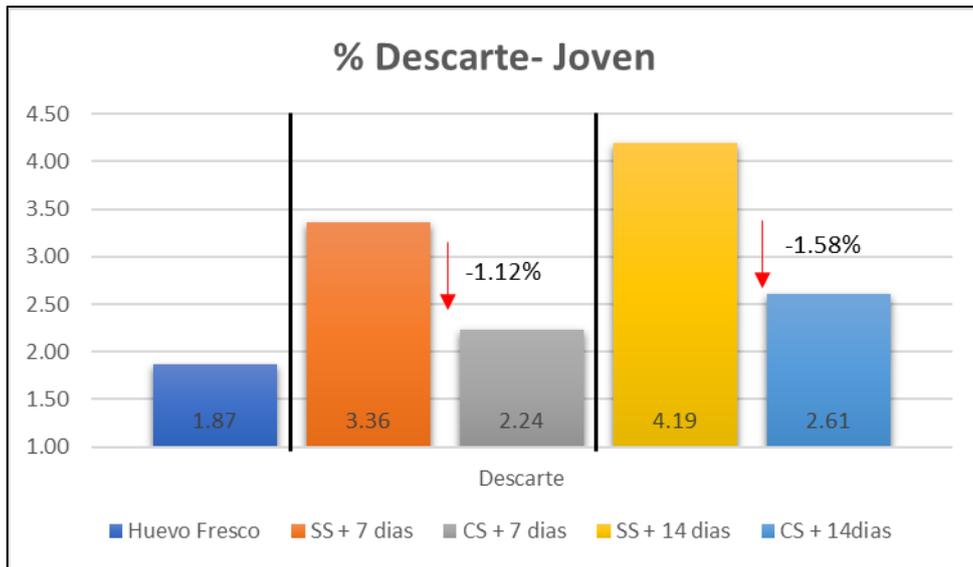


Figura 18. % Descarte - Joven. Elaboración propia.

El comportamiento del lote adulto se observa en la figura 19, donde el descarte aumenta a medida que aumentan los días de almacenamiento, pero al recibir un tratamiento SPIDES específicamente mayor a 7 días se ve una disminución de 0.85%, sin embargo, cuando se almaceno por más de 14 días se obtuvo un incremento de 0.15% en el descarte.

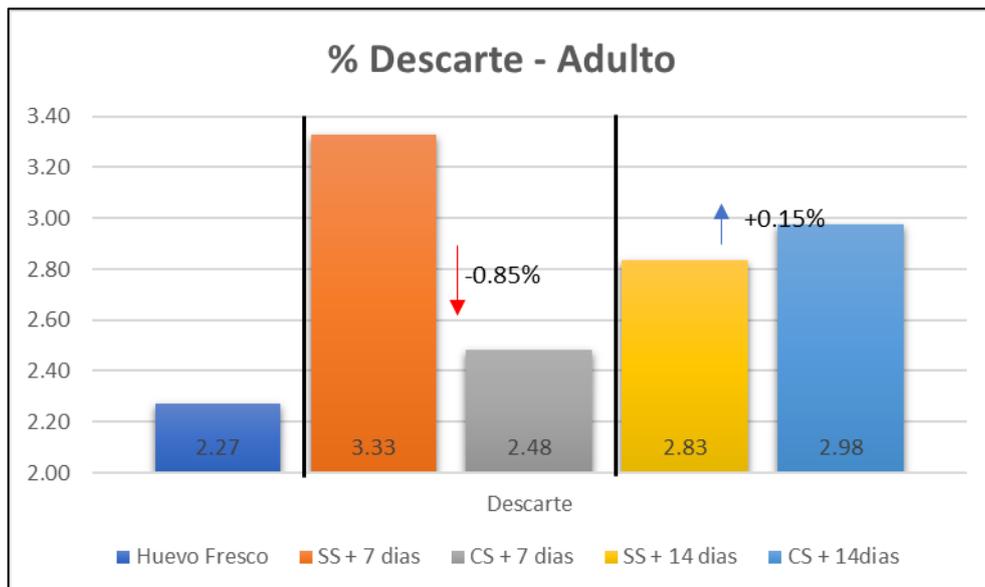


Figura 19. % Descarte - Adulto. Elaboración propia.

4.3 Mortalidad embrionaria

La mortalidad embrionaria se estimó mediante la técnica de embriodiagnos, definida como el conteo de la mortalidad embrionaria a partir de la apertura de los huevos que quedaron sin eclosionar en las bandejas de nacedoras (Plano y Di Matteo, 2001).

En la Tabla 6 se presenta los resultados promedio del porcentaje de mortalidad de pollos bebe por tratamiento, donde se obtuvo una mayor tendencia en los huevos no tratados respecto a los huevos tratados con SPIDES; concluyendo que los huevos tratados con SPIDES van a tener un menor valor respecto a los huevos no tratados, independientemente de la edad de la reproductora. Además, que las mortalidades de los huevos mayores a 14 días de almacenamiento, indistintamente de la edad de reproductora es mayor.

Tabla 6. Mortalidad de pollos bebe por tratamiento y por edad de gallina reproductora.

Edad de la gallina reproductora	T1	T2	T3	T4	T5
	Huevos frescos	Huevos sin SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos con SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos sin SPIDES almacenados 15 a 21 días	Huevos con SPIDES almacenados 15 a 21 días
34 semanas Joven	13.07 %	23.13 %	16.15 %	23.57 %	18.01 %
40 semanas Adulto	12.77 %	21.39 %	14.98 %	25.09 %	19.92 %
Promedio	12.96 %	21.68 %	15.71 %	23.95 %	18.86 %

Fuente. Elaboración propia.

El lote joven tratado con SPIDES es menor en 6.98% (huevos almacenados mayor a 7 días) y 5.56% (huevos almacenados mayor a 14 días) en comparación con los huevos no tratados (ver Figura 20).

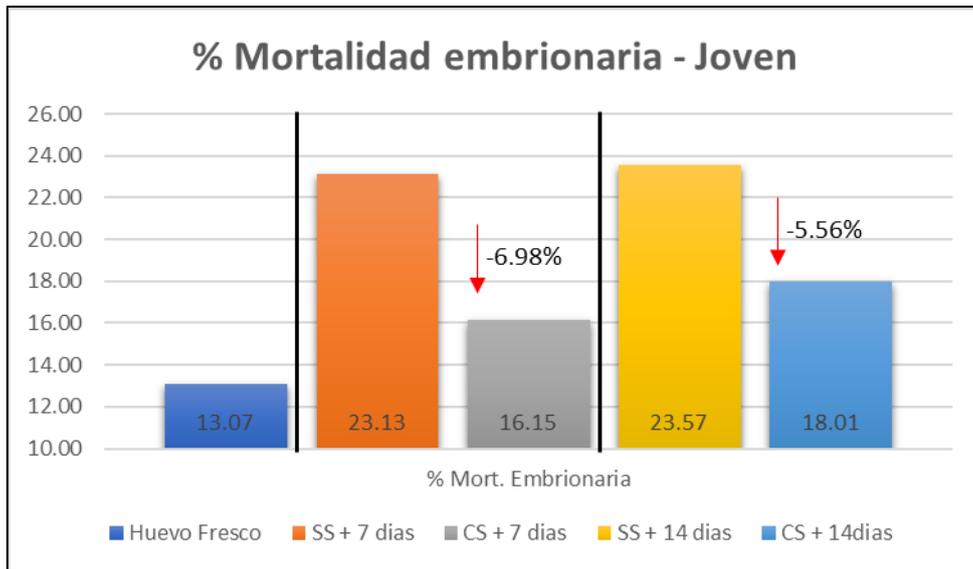


Figura 20. % Mortalidad Embrionaria - Joven. Elaboración propia.

En la Figura 21 se observa que a medida que aumentan los días de almacenamiento el porcentaje de mortalidad embrionaria va a aumentar, sin embargo, cuando estos son tratados con SPIDES, llega a disminuir en 6.41% (huevos almacenados mayor a 7 días) y 5.17% (huevos almacenados mayor a 14 días).

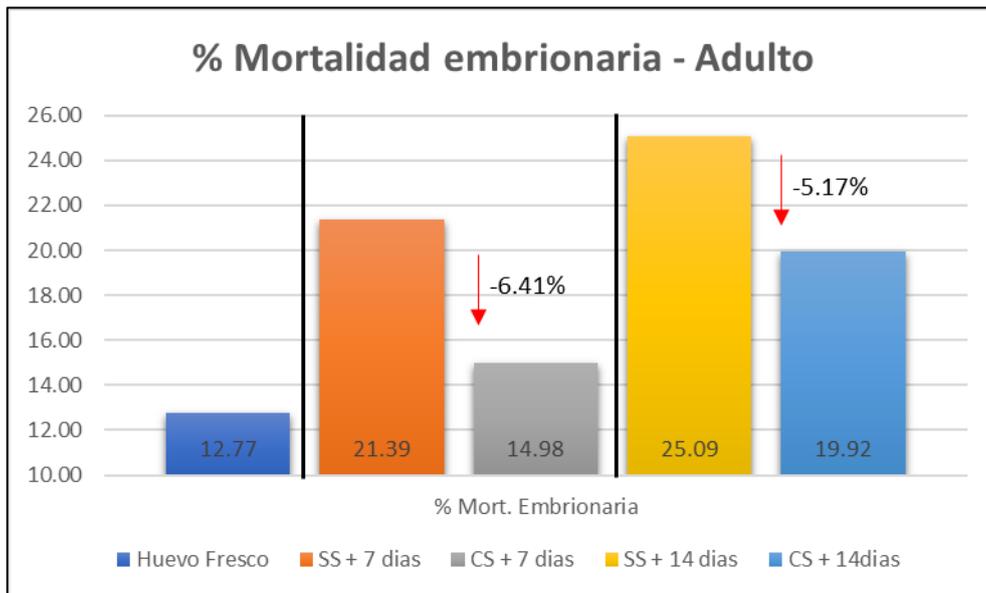


Figura 21. % Mortalidad Embrionaria - Adulto. Elaboración propia.

Estos resultados están muy relacionados a lo indicados por Reijrink (2010) y Gharib (2013), quienes encontraron una tasa de mortalidad embrionaria significativamente más alta para el huevo almacenado durante 10 y 14 días en comparación con el almacenamiento durante 4 y 7 días, debido a que el almacenamiento prolongado genera un efecto nocivo en la viabilidad de las células blastodérmicas de pollos de engorde y ponedoras, la muerte celular y la supervivencia del embrión (Hamidu et al. 2010).

4.4 Resultados promedio por tratamiento

Según el análisis de varianza podemos determinar que los resultados de los de los parámetros productivos evaluados en el presente trabajo, evidencio que existe suficiente evidencia estadística a un nivel de significancia de 0.05, en que al menos uno de los tratamientos realizados es distinto del resto y obteniendo la misma respuesta independientemente de la edad de la gallina; logrando identificar que los huevos con tratamiento “SPIDES” presentan mejores parámetros productivos respecto a los huevos sin tratamiento “SPIDES”.

En el análisis de la tabla 7 se observa que el tratamiento 1 (control) tiene mejores resultados en los parámetros de incubación porque son huevos con menos de 7 días de almacenamiento, tal como lo indican North y Bell (1993) que los huevos almacenados por menos de cinco días no afectan el porcentaje de nacimiento, pero almacenarlos por más tiempo ocasiona una disminución considerable de la incubabilidad.

Tabla 7. Resultados promedio por tratamiento.

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
	Huevos frescos	Huevos sin SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos con SPIDES almacenados 7 a 14 días	Huevos sin SPIDES almacenados 15 a 21 días	Huevos con SPIDES almacenados 15 a 21 días
Nacimientos de pollo bebe de primera (%)	77.28	65.04	73.25	61.11	68.38
Descarte (%)	2.01	3.33	2.33	3.85	2.77
Mortalidad embrionaria (%)	12.96	21.68	15.71	23.95	18.86

Fuente. Elaboración propia.

Los tratamientos que recibieron SPIDES (T3 y T5) obtuvieron mejores resultados de incubación respecto a los tratamientos que no recibieron SPIDES (T2 y T4) ya que los huevos almacenados por más de 7 días aumentarían la mortalidad embrionaria y reducen el porcentaje de incubabilidad y la calidad de los pollitos sino se realiza precalentamiento de los huevos durante el almacenamiento de estos según reporta Hamidu et al. (2010). Este efecto negativo puede ser causado por cambios en el embrión o en las características del huevo, o por ambos (Reijrink et al., 2010). Asimismo, Özlü et al. (2021) indica que el almacenamiento de huevos por 29 días reduce significativamente la incubabilidad y se obtiene un menor número de pollitos de calidad.

En la tabla 8 se observa que el uso de SPIDES mejoró en 7.74% los nacimientos de pollos de primera, disminuyó en 1.04% el descarte y redujo en 5.53% la mortalidad embrionaria respecto a los tratamientos sin SPIDES, indistintamente de los días de almacenamiento del huevo incubable, tal como lo indica Manchado (2021) el uso de SPIDES genera resultados favorables en los parámetros productivos como una mejora del 2.12% en resultados de nacimiento, reducción de 0.91% de descarte, reducción de 0.9% de mortalidad temprana y una mejora de 1.5% en la uniformidad.

Tabla 8. Comparativo de parámetros productivos CON SPIDES vs. SIN SPIDES.

Parámetros	Tratamiento CON SPIDES	Tratamiento SIN SPIDES	Diferencia
Nacimientos de pollo de primera (%)	70.81	63.08	+7.74
Descarte (%)	2.55	3.59	-1.04
Mortalidad embrionaria (%)	17.29	22.82	-5.53

Fuente. Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo son:

1. El uso de SPIDES mejoro en 7.74% los nacimientos de pollos bebe de primera, disminuyo en 1.04% el descarte y redujo en 5.53% la mortalidad embrionaria respecto a los tratamientos sin SPIDES.
2. Los huevos con 7 a 14 días de almacenamiento con uso de SPIDES tienen mejores resultados en los parámetros de incubación respecto a los huevos almacenados por más de 14 días.
3. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) por tratamiento, obteniendo mejores resultados productivos con el uso del SPIDES, independientemente de la edad de la gallina.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del presente trabajo de suficiencia profesional son:

1. Realizar ensayos con Periodos cortos de incubación de huevos almacenados (SPIDES), por línea de producción (reproductores hembras y machos) dado que las necesidades fisiológicas son distintas.
2. Para mejorar el manejo del huevo incubable, se recomienda colocar un sistema de volteo automático en la sala de almacenamiento de huevos.
3. Para trabajos posteriores de uso SPIDES, es recomendable tener los equipos de medición de temperatura del huevo (antes- durante- después del tratamiento), ambientes adecuados de almacenamiento y personal capacitado; ya que un mal manejo del huevo incubable puede generar grandes pérdidas por mortalidad de primera semana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aviagen. 2017. ROSS 308 AP. Objetivos de Rendimiento 2017. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross308AP-PS-PO-ES-2017.pdf
- Aviagen. 2013. “Como mejorar la incubabilidad de los huevos almacenados”. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Hot-Tos-ES/Como9-Mejorar-incubabilidad-huevos-almacenados-ES-2013.pdf
- Aviagen. 2020. Consejos para la incubadora 2020. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/HatcheryTips-ES.pdf
- Bakst, M., Welch, G., Fetterer, R., & Miska, K. (2016). Impact of broiler egg storage on the relative expression of selected blastoderm genes associated with apoptosis, oxidative stress, and fatty acid metabolism. *Poultry science*, 95(6), 1411-1417. <https://doi.org/10.3382/PS/PEW038>
- Bennett B. 2010. The advantages of single stage versus multistage incubation. *Poultry* 20(7): 18-20.
- Berrocal, M. 2020. Avicultura principal fuente de proteína animal de Perú: Afectada por Covid-19. *Revista Avinews América Latina*. <https://avicultura.info/avicultura-principal-fuente-proteina-animal-peru-afetada-covid-19/>
- Boerjan M. 2009. Incubación de linajes genéticos modernos de reproductoras pesadas: un nuevo concepto. México 2009.
- Boerjan, M. 2014. Incubación previa al almacenamiento y S.P.I.D.E.S.: nuevos procedimientos de almacenamiento de los huevos para incubar | Pas Reform Hatchery Technologies. <https://www.pasreform.com/es/knowledge/25/incubacion-previa-al-almacenamiento-y-spides-nuevos-procedimientos-de-almacenamiento-de-los-huevos-para-incubar>.
- Brake, J. T. 1988. Manejo del Desarrollo Embrionario. *PoultryDigest*, Julio: pp. 327-335.

- Castilla, E. 2014. “Diseño y construcción de un prototipo de incubadora avícola basado en el análisis fenomenológico del equipo. Facultad de estudios superiores Zaragoza Campus II. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cobb. 2020. “Incubación Cobb Guía de Manejo”. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/1c6639cb0f/Cobb-Hatchery-Guide-Espanol.pdf>
- Damaziak, K., Pawęska, M., Gozdowski, D., & Niemiec, J. (2018). Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality and juvenile growth. *Poultry Science*, 97(9), 3264-3276. <https://doi.org/10.3382/ps/pey163>
- Dymond, J., Vinyard, B., Nicholson, A. D., French, N. A., & Bakst, M. R. 2013. Short periods of incubation during egg storage increase hatchability and chick quality in long-stored broiler eggs. *Poultry Science*, 92(11), 2977-2987. <https://doi.org/10.3382/PS.2012-02816>
- Favre, J. 2022. “Pollo que se vende en mercados no está exonerado del IGV”. *Revista Actualidad Avipecuaria*. <https://actualidadavipecuaria.com/pollo-que-se-vende-en-mercados-y-paraditas-no-esta-exonerado-del-igv/>
- Ferreira, A. 2021. Efectos del almacenamiento en los huevos incubables. *AviNews*, 65-69.
- Gharib H.B. 2013. Effect of pre-storage heating of broiler breeder eggs, stored for long periods, on hatchability and chick quality. *Egyptian J. Anim. Prod.* 50(3):174 -184
- Gill .2005. *Ornithology – Freeman*. *Poult Sci* 86:1017-1019
- Hamidu JA, Rieger A, Fasenko GM, Barreda DR (2010). Dissociation of chicken blastoderm for examination of apoptosis and necrosis by flow cytometry. *Poult. Sci.*, 89: 901-909.
- Hy-Line International. 2017. SPIDES (Short period incubation during egg storage). <https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20SPIDES%20ENG.pdf>
- Jaimes. P. 2015. “SPIDES Experiencias de campo en Avicol. 2Escuela técnica internacional AVICOL & AVIAGEN. http://avicol.co/descargas2/Jaimes_SPIDES_Experiencias_campo_Avicol.pdf

- Kohl, H. y Bramwell, K. 2018. The benefits of using SPIDES for hatching egg storage. International Hatchery Practice. Volume 34 Number 4. Jamesway. http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/hp34_4p13.pdf
- Manchado, B. (2021). Resultados espectaculares tras un tratamiento térmico en huevos de ponedoras almacenados. Recuperado 7 de septiembre de 2021, de <https://www.petersime.com/es/departamento-de-desarrollo-deincubacion/resultados-espectaculares-tras-un-tratamiento-termico-en-huevos-de-ponedoras-almacenados/>
- Morales, C. 2014. “Comparación de parámetros de incubación de huevos fértiles procedentes de Perú y Brasil”. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Nieves A. 2015. Control y manejo de huevos y pollos recién nacidos en la explotación avícola. 5 ed. España. Elearnings S.L. p.117, 118, 165.
- Nicholson, D. 2012. “Mejora de la incubabilidad de los huevos almacenados durante largo tiempo”. International Hatchery Practice, 26: 6 123-25. 2012. Selecciones Avícolas.
- Nicholson, D, Nick French, Steve Tullett*, Eddy van Lierde and Guo Jun. 2013. Short Periods of Incubation During Egg Storage- SPIDES. Lohmann Information. Vol 48 (2), Page 51.
- North, M., Bell, D. 1993. Manual de producción Avícola. Traducido por Martínez H. 3ra Edición. México.
- Oviedo Rondón, E. 2020. Almacenamiento del huevo: 3 áreas claves. AviNews, 1, 47-52.
- Özlu S, Uçar A, Erkuş T, Nicholson AD, Elibol O. 2021. Effects of turning and short period of incubation during long-term egg storage on embryonic development and hatchability of eggs from young and old broiler grandparent flocks. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, <https://europepmc.org/article/pmc/pmc7921000>
- Plano CM, Di Matteo AM. 2001. Atlas de patología de la incubación del pollo. 2ª ed. Buenos Aires: Granja Tres arroyos. 119 p.
- Reijrink, I. M.; D. Berghmans; R. Meijerhof ; B. Kemp and H. Van den Brand. 2010. Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. Poult. Sci.,89:1225–1238

- Salazar, A. 2012. Sistemas de incubación de carga única. Chick Master Incubator, Co.
<http://repebis.upch.edu.pe/articulos/MAP/v5n2/a4.pdf>
- Tona, K., F. Bamelis, B. De Ketelaere, V. Bruggeman, V. M. B. Moreas, J. Buyse, O. Onagbesan, and E. Decuypere. 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult. Sci.* 82:736–741.

VIII. ANEXOS

ANEXO 3. Datos de tratamientos de lote joven (34 semanas).

TRATAMIENTO	LOTE	Fecha de carga	Fecha Nacimiento	Edad del H.I.	H.I.	Total Nacidos	% PBB Primera	% Descarte	% Mortalidad Embrionaria
Huevo fresco	LM36	08/11/18	29/11/18	03-06	4125	3086	71.83	2.98	16.53
Huevo fresco	LM36	12/11/18	03/12/18	02-07	5610	4412	76.43	2.21	14.68
Huevo fresco	LM42	13/08/19	03/09/19	02-03	1650	1345	80.91	0.61	12.01
Huevo fresco	LM42	15/08/19	05/09/19	01-02	5280	4396	81.48	1.78	10.63
Huevo fresco	LM42	19/08/19	09/09/19	01-05	6765	5433	77.71	2.60	11.61
Huevo fresco	LM58	12/08/21	02/09/21	02-05	4950	3914	77.70	1.37	13.45
Huevo fresco	LM58	16/08/21	06/09/21	02-05	5280	4162	77.31	1.52	12.56
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM34	02/08/18	23/08/18	13-15	4290	2941	65.20	3.36	23.13
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM46	20/02/20	12/03/20	10-19	1650	1067	62.24	2.42	26.35
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM46	24/02/20	16/03/20	11-14	4950	3851	75.03	2.77	15.03
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM50	17/08/20	07/09/20	08-09	3960	3099	76.44	1.82	11.16
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM50	20/08/20	10/09/20	07-10	4950	3964	77.68	2.40	11.86
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM52	02/12/20	23/12/20	08-17	5940	4528	74.07	2.15	15.82
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM52	06/12/20	27/12/20	10-18	7260	5466	72.52	2.77	14.11
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM52	09/12/20	30/12/20	11-16	5610	4277	74.19	2.05	16.67
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM56	24/05/21	14/06/21	10-16	9240	6916	71.75	3.10	17.29
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM60	18/11/21	09/12/21	09-14	4620	3660	77.77	1.45	16.44
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM60	22/11/21	13/09/21	11-14	3300	2532	75.30	1.42	16.73
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM34	06/08/18	27/08/18	14-17	4950	3544	68.12	3.47	21.54

<<continuación>>

Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM38	18/02/19	11/03/19	17-19	4125	2956	67.49	4.17	18.34
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM38	25/02/19	18/03/19	18-23	5115	3213	57.20	5.61	23.07
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM38	28/02/19	21/03/19	19-21	4950	2885	52.89	5.39	30.03
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM40	13/05/19	03/06/19	20-22	4125	2673	62.21	2.59	23.82
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM40	16/05/19	06/06/19	19-23	5940	4082	64.83	3.89	24.65
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM44	26/11/19	17/12/19	16-20	6270	4306	65.31	3.37	19.06
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM44	28/11/19	19/12/19	14-17	7260	4981	65.56	3.04	20.93
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM48	04/06/20	25/06/20	19-25	9570	6899	69.59	2.50	18.61
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM54	28/02/21	21/03/21	16-22	4290	3202	72.66	1.98	15.61
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM54	01/03/21	22/03/21	14-20	4620	3431	72.10	2.16	15.84

ANEXO 4. Datos de tratamientos de lote adulto (40 semanas).

TRATAMIENTO	LOTE	Fecha de carga	Fecha Nacimiento	Edad del H.I.	H.I.	Total Nacidos	% PBB Primera	% Descarte	% Mortalidad Embrionaria
Huevo fresco	LM54	25/03/21	15/04/21	02-04	3785	3255	83.57	2.43	9.99
Huevo fresco	LM54	29/03/21	19/04/21	01-05	6206	5030	78.70	2.35	12.18
Huevo fresco	LM56	24/06/21	15/07/21	02-06	4950	3718	72.87	2.24	17.46
Huevo fresco	LM56	28/06/21	19/07/21	02-05	4950	3647	71.62	2.06	11.47
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM34	11/09/18	02/10/18	08-12	5115	3487	65.92	2.25	22.31
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM34	14/09/18	05/10/18	02-09	7590	5354	68.34	2.20	19.80
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM36	31/12/18	21/01/19	09-14	5610	3795	60.94	6.70	23.61
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM38	28/03/19	18/04/19	11-15	4620	3037	62.66	3.07	21.68
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM42	03/10/19	24/10/19	04-13	12375	8612	67.17	2.42	19.55
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM44	02/01/20	23/01/20	08-15	9075	6686	71.34	2.34	18.59
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM44	06/01/20	27/01/20	07-14	6600	4914	71.97	2.48	14.68
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM46	02/04/20	23/04/20	09-15	7920	5898	70.87	3.60	17.23
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM46	06/04/20	27/04/20	08-16	8250	6435	74.92	3.08	14.12
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM58	27/09/21	18/10/21	05-12	6270	4740	74.24	1.36	12.05
Con SPIDES - Almacenamiento > a 7 días	LM58	30/09/21	21/10/21	05-14	5610	4134	71.66	2.03	13.24
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM38	01/04/19	22/04/19	15-17	7755	5450	68.15	2.13	19.57
Sin SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM40	27/06/19	18/07/19	19-31	16500	8508	48.02	3.54	30.60
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM48	09/07/20	30/07/20	17-22	6600	4897	71.41	2.79	16.66
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM50	08/10/20	29/10/20	15-21	7260	5132	67.31	3.37	16.46
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM52	25/01/21	15/02/21	17-21	4290	2941	65.38	3.17	20.49
Con SPIDES - Almacenamiento > a 14 días	LM60	06/01/22	27/01/22	17-22	8580	5890	66.07	2.58	26.09

ANEXO 5. Análisis de variancia (ANOVA) del porcentaje nacimiento de pollo bebe de primera.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	4	1528.376334	382.094084	19.70	<.0001
Edad	1	24.878201	24.878201	1.28	0.2635
Error	44	853.219436	19.391351		
Total	49	2428.348050			

CV=6.261017

ANEXO 6. Prueba de comparación entre tratamientos (Prueba Duncan) para el porcentaje de nacimiento de pollo bebe de primera.

Grupo Duncan	Valor	N	Tratamiento
A	77.285	11	Huevo Fresco
A			
A	73.249	16	CS + 7 días
B	68.377	9	CS + 14 días
B			
C	65.038	6	SS + 7 días
C			
C	61.114	8	SS + 14 días

Cantidad de valores	2
Rango critico	2.543

ANEXO 7. Análisis de variancia (ANOVA) de porcentaje de descarte.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	4	20.29250470	5.07312617	5.94	0.0007
Edad	1	0.04684395	0.04684395	0.05	0.8160
Error	44	37.60213143	0.85459390		
Total	49	58.06280800			

CV=34.20314

ANEXO 8. Prueba de comparación entre tratamientos (Prueba Duncan) para el porcentaje de descarte.

Grupo Duncan	Valor	N	Tratamiento
A	3.8488	8	SS + 14 días
A			
B	3.3333	6	SS + 7 días
B			
B	2.7733	9	CS + 14 días
C			
C	2.3275	16	CS + 7 días
C			
C	2.0136	11	Huevo Fresco

Cantidad de valores	2
Rango critico	0.5338

ANEXO 9. Análisis de variancia (ANOVA) de porcentaje de mortalidad embrionaria.

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrados medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	4	727.3712425	181.8428106	16.35	<.0001
Edad	1	0.0000663	0.0000663	0.00	0.9981
Error	44	489.437757	11.123585		
Total	49	1219.731458			

CV=18.83466

ANEXO 10. Prueba de comparación entre tratamientos (Prueba Duncan) para el porcentaje de mortalidad embrionaria.

Grupo Duncan	Valor	N	Tratamiento
A	23.953	8	SS + 14 días
A			
B	21.680	6	SS + 7 días
B			
B	18.861	9	CS + 14 días
C			
D	15.711	16	CS + 7 días
D			
D	12.961	11	Huevo Fresco

Cantidad de valores	2
Rango critico	1.926