

Análisis de eficiencia y determinación de tiempos y movimientos de una planta incubadora

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado Por

Leonardo David González Rivera

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derecho de autor.

Leonardo David González Rivera

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2002

**Análisis de eficiencias y determinación de tiempos y movimientos
en una planta incubadora**

presentado por

Leonardo David González Rivera

Aprobada:

Edward Moncada, MAE.
Asesor Principal

Claudia García, PhD.
Coordinadora de la
Carrera de la Agroindustria

Raúl Espinal, PhD.
Asesor

Antonio Flores, PhD.
Decano Académico

Roberto Haddad, Ing.
Asesor

Mario Contreras, PhD.
Director General

Cástula Cerrato, Ing.
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de graduarme de esta institución y poder así realizar un paso mas en el largo camino que debo recorrer en la vida.

En memoria de mi Tío Donaldo González (QDGR).

A mis padres Mario González y Nora Rivera de González por apoyarme siempre en mis estudios siendo este trabajo la recompensa de sus esfuerzos.

A mis hermanos: Dámaris, Daleth, Mario, Nadia y Lizandro por estar siempre en el momento justo para darme fuerzas y motivarme a seguir mis estudios ayudándome también en la realización de este estudio.

A mi novia María Durán por acompañarme todo este tiempo y ser parte fundamental como un apoyo en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A Edward Moncada por guiarme a lo largo de este estudio e incitarme a dar mi mayor esfuerzo, por su tiempo y dedicación, por las ideas aportadas y sobre todo por ser un amigo que me guió durante el arduo trabajo hasta culminar exitosamente el proyecto.

A Luis Fernando Moncada por aconsejarme y aportar ideas que al final sirvieron para mejorar la calidad del trabajo.

Agradezco por su tiempo y ayuda a Cástula Cerrato, Raúl Espinal, Roberto Haddad.

A todos mis compañeros de Carrera, en especial a Gary Godoy, Duther López y Wladir Valderrama, por aconsejarme y corregir mis errores en la redacción del proyecto de graduación.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco al proyecto de Zamorano "Food For Progress", por el financiamiento brindado para poder realizar mis estudios de Ingeniería.

Al Banco Central de Honduras por haber contribuido financieramente para la realización de mis estudios de Ingeniería en Zamorano.

Al Congreso Nacional de Honduras que me asignó ayudas económicas durante mis cuatro años de estudios lo que me permitió poder seguir en esta institución.

Agradezco al Banco Grupo El Ahorro Hondureño que en su debido momento contribuyó para cubrir mis gastos en el Zamorano.

RESUMEN

González Rivera, Leonardo D. Análisis de eficiencias y determinación de tiempos y movimientos en una planta incubadora. Proyecto de Graduación del Programa en Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 54 p.

En la planta incubadora de la Compañía Avícola de Centro América, ubicada en Tegucigalpa, se realizó el estudio para determinar tiempos estándares con el objetivo de poder complementar los estándares operacionales ya existentes. Se inicio tomando una muestra de los tiempos para obtener la cantidad mínima de datos para alcanzar el 95% de confianza. Como resultado se obtuvo el tiempo estándar en cada actividad de la planta para determinar el número óptimo de empleados en cada zona de trabajo, tomando en cuenta la producción a realizar y tiempo de trabajo. Se analizó la eficiencia de las líneas de Sexado y Vacunado dando como resultado una eficiencia alta (95.1% y 91.35% respectivamente). Asimismo, se identificaron líneas de proceso mediante flujos y diagramas que ayudarán a decidir cambios estructurales, acelerar la actividad y disminuir el movimiento innecesario. Como último objetivo se contempló la realización de mejoras en el uso de detergentes para lo cual se observó los más utilizados (Cloro y Tektrol) en el área de limpieza y su uso por parte de los empleados, dejando como resultado los cálculos de las cantidades optimas (3.25 litros para Cloro y 7.62 litros para Tektrol) a utilizar aconsejada por el fabricante. Por lo tanto, se concluye que el tiempo total del proceso es de 21 días con 76.48 minutos y que los tiempos estándares del estudio formarán parte de una base de datos para mejoras continuas y toma de decisiones inmediatas y se recomienda darle continuidad a estos tiempos para aumentar el nivel de confianza de los datos obtenidos.

Palabras claves: Identificación de líneas, tiempos estándares, uso de detergentes.

Edward Moncada, MAE.

NOTA DE PRENSA

TIEMPOS Y MOVIMIENTOS... ¿PARA QUE USAN ESTO LAS EMPRESAS AVÍCOLAS?

La Compañía Avícola de Centroamérica (CADECA) decidió iniciar un estudio en una de sus plantas de incubación con el apoyo de la Carrera de Agroindustria de Zamorano para determinar los tiempos y movimientos de su personal.

Tiempos y movimientos son términos utilizados en el ambiente empresarial y se refieren a lo que tarda una persona en realizar una actividad y el flujo de la operación. El estudio se realizó a principios del año 2002 con mayor énfasis en los meses de julio y agosto, en la planta de incubación situada en la colonia Sagastume de Tegucigalpa, la asesoría la brindaron los supervisores de la planta.

En la medición de los tiempos es necesario considerar la habilidad de la persona y las condiciones del lugar de trabajo. Los movimientos dependen, en cambio el análisis de movimientos nos indica el flujo que realiza el empleado al trabajar en alguna operación.

Para tomar los datos la operación se debe mantener una observación constante a lo largo del estudio. Los datos se tomaron de empleados que se consideran como los más eficientes y constantes en sus labores.

Los resultados obtenidos ayudaron a determinar el número de empleados que se necesitarían en cada área de trabajo, por ejemplo, para sacar un determinado número de pollos en el tiempo determinado por el jefe de producción. Toda esta información generada ayudará a distribuir mejor el trabajo dentro de la planta basándose en las estimaciones de producción.

El análisis de movimiento identifica las diferentes líneas de proceso que ejecutan los empleados. En este caso es posible observar problemas o cuellos de botella que pueden existir debido a la pobre organización del espacio en cada sección de la planta. A partir de la observación, es posible, acelerar las actividades realizadas.

La investigación concluyó que el mantenimiento de los tiempos estándares de cada actividad además de los movimientos realizados dentro de la planta puede ser la base para la toma de decisiones en la búsqueda de mejorar el funcionamiento y distribución de las actividades de la planta incubadora de CADECA.

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimiento a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Nota de Prensa.....		viii
Contenido.....		ix
Índice de Cuadros.....		xi
Índice de Figuras.....		xii
Índice de Anexos.....		xiii
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	OBJETIVOS.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	4
2.2	FLUJOS DE PROCESO.....	9
2.3	PRODUCTIVIDAD.....	10
2.4	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	10
2.5	USO DE DETERGENTES.....	11
2.5.1	Tek-trol.....	11
2.5.1.1	Uso del tek-trol.....	11
2.5.1.2	Cuidados en su uso.....	11
2.5.2	Cloro.....	11
2.5.2.1	Uso del cloro.....	11
2.5.2.2	Cuidados en su uso.....	11
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1	UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	12
3.2	MATERIALES.....	12
3.3	MÉTODOS.....	12
3.3.1	Toma de tiempos.....	12
3.3.1.1	Área de clasificación.....	13
3.3.1.2	Transferencia de huevos.....	13
3.3.1.3	Operación de conteo e inspección.....	13
3.3.1.4	Área de sexado.....	13
3.3.1.5	Área de vacunado.....	13

3.3.1.6	Área de despacho.....	14
3.3.2	Productividad.....	14
3.3.3	Mejoras en el uso de desinfectantes.....	14
3.3.3.1	Área de limpieza.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1	TIEMPOS ESTÁNDARES DE OPERACIÓN.....	15
4.1.1	Área de clasificación.....	15
4.1.2	Transferencia de huevos.....	16
4.1.3	Operación de conteo e inspección.....	17
4.1.4	Área de sexado.....	18
4.1.5	Área de vacunado.....	19
4.1.6	Área de despacho.....	20
4.2	EFICIENCIA DE LÍNEAS.....	20
4.3	EMPLEADOS POR ÁREA.....	22
4.4	MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	22
4.5	MEJORAS EN EL USO DE DESINFECTANTES.....	23
4.5.1	Área de limpieza.....	23
4.5.1.1	Cloro.....	23
4.5.1.2	Tek-trol.....	24
5	CONCLUSIONES.....	25
6	RECOMENDACIONES.....	26
7	BIBLIOGRAFÍA.....	27
8	ANEXOS.....	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Distribución de los valores Z acorde al nivel de confiabilidad.....	8
2.	Tiempos estándares en el área de clasificación de la planta incubadora de CADECA.....	16
3.	Tiempos estándares en la actividad de transferencia realizada en la planta de incubación de CADECA.....	17
4.	Tiempos estándares de la actividad de conteo e inspección de pollos en la planta de incubación de CADECA.....	18
5.	Resumen de tiempos estándares en el área de sexado de pollos.....	18
6.	Tiempos estándares en el área de vacunado de la planta incubadora de CADECA.....	19
7.	Tiempos estándares en la actividad de despacho del camión con pollitos	20
8.	Eficiencia de los empleados del área de sexado.....	21
9.	Eficiencia de los empleados del área de vacunado.....	21
10.	Distribución de empleados por área de proceso en la planta incubadora.	22
11.	Productividad semestral de la planta incubadora de la Compañía Avícola de Centro América.....	22

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Formas en que se aumenta la productividad en las áreas de trabajo.....	6
----	--	---

INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Bitácora de cálculos.....	28
2.	Tabla westinghouse.....	30
3.	Instrucciones listado de verificación.....	31
4.	Tabla de número de observaciones a tomar.....	37
5.	Flujo de proceso de general.....	39
6.	Flujo de proceso del área de clasificación.....	41
7.	Flujo de proceso de la actividad de incubación.....	42
8.	Flujo de proceso de transferencia de huevos.....	43
9.	Flujo de proceso de conteo e inspección de pollos.....	44
10.	Flujo de proceso del sexado y vacunado de pollos.....	45
11.	Diagrama flujo actual de planta general.....	46
12.	Diagrama flujo recomendado de planta general.....	47
13.	Diagrama flujo de actividad de conteo e inspección.....	48
14.	Diagrama flujo de actividad de clasificación.....	49
15.	Diagrama flujo de proceso de incubación.....	50
16.	Diagrama flujo de actividad de transferencia de huevos.....	51
17.	Diagrama flujo de actividad de sexado y vacunado.....	52
18.	Diagrama de planta incubadora con división de áreas.....	53
19.	Diagrama de planta con distribución de pediluvios.....	54

1. INTRODUCCIÓN

La avicultura ha experimentado un notable desarrollo en la producción de carne y huevo para consumo. El incremento en la producción de ambos se debe principalmente a los avances genéticos y nutricionales, así como también a los nuevos sistemas de manejo en la crianza y producción de aves (Quintana, 1988).

Actualmente la tendencia mundial en cuanto a consumo de carnes ha sido a favor del pollo, por la creencia de la gente de que la carne blanca es mucho más saludable que la roja, debido al bajo contenido de grasa (García, 2001). Esta tendencia ha hecho incrementar la producción del pollo por parte de las empresas que se dedican a este rubro, y competir por obtener una mayor participación en el mercado, obligándolas a ser mucho más eficientes en sus líneas de procesos. Durante el procesamiento existen pérdidas que no son cuantificadas, ya sea por no tener el formato adecuado de registro de mermas o por la falta de conciencia del empleado al realizar el proceso; otra razón es el desconocimiento de los empleados de los procedimientos y el uso de la maquinaria.

La Compañía Avícola de Centro América (CADECA), inicia actividades en Honduras en el año 1991, como una empresa dedicada a tres actividades principales en el área avícola:

- La incubación.
- El engorde.
- El proceso y la distribución de carne de pollo.

Adicionalmente CADECA está involucrada en el área de concentrados para animales y distribución de embutidos. Actualmente cuenta con más de 3,000 empleados directos, de quienes dependen un promedio de 7,500 personas pertenecientes a los grupos de la familia CADECA, con un sin número de empleos indirectos.

La cultura de CADECA se resume como: empresa joven, con ejecutivos altamente calificados, sencilla en su manera de actuar, con mucha conciencia social, trabajando diariamente en producir la seguridad alimentaria de Honduras, desarrollando planes de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) en ciertas áreas y escribiendo manuales de Procedimientos Estándares Operativos (PEO) y Procedimiento Estándar Operativo de Higienización (PEOH) en toda la empresa.

La planta cuenta con un manual PEO, el que no se sigue en su totalidad causando dificultades en sus procesos y demora en la salida del pollito hacia las granjas de la costa norte principalmente, esto aunado a la rotación de empleados que existe en la planta provoca una disminución en la eficiencia de los procesos. Por lo cual el desarrollar

metodologías, como los PEO, para aumentar este proceso de aprendizaje ayudarían a aumentar la eficiencia de los procesos y la productividad de la incubadora.

1.1 ANTECEDENTES

Han sido muchas las personas que han contribuido al desarrollo de las industrias mediante el aumento de la productividad y eficiencia de las empresas, lo que hoy en día es vital para poder competir en el mundo globalizado; hombres que mediante sus ideas han ayudado a la mejora de las industrias en general, tales como: Eli withney (1800), que logró la estandarización y el control de calidad en la manufactura de partes intercambiables de armas. Frederick W. Taylor (1881), conocido como el padre de la administración científica, contribuyó a la selección de personal, planeación y programación; estudios de tiempos y movimientos y ahora el popular campo de recursos humanos. Taylor creía que se debe tener más recursos y agresividad en la mejora de métodos de trabajo, porque la administración debía asumir mayor responsabilidad para:

- Ayudar a los trabajadores en la selección del trabajo adecuado, dadas sus capacidades.
- Proveer el entrenamiento adecuado.
- Ofrecer los métodos de trabajo y herramientas adecuados.
- Establecer incentivos legítimos para el trabajo cumplido.

Otra contribución histórica significativa es la que se refiere al control de calidad, Walter Shewhart (1924), combinó sus conocimientos acerca de estadística con la necesidad del control de calidad, y proporcionó los fundamentos para el muestreo estadístico y el control de calidad (Render y Heizer, 1996).

Asimismo, se han desarrollado prácticas y procedimientos enfocados a garantizar la inocuidad de los alimentos o productos. Dichas prácticas y procedimientos son agrupados en sistemas denominados Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y PEO los cuales son requisitos indispensables para la implementación de sistemas más complejos, tales como el sistema de APPCC desarrollado por la NASA en asociación con la empresa Pillsbury.

La empresa CADECA durante los últimos años ha iniciado un proceso de cambio hacia la calidad, desarrollando manuales PEO en la mayoría de sus plantas. Este proyecto lo ha realizado internamente por medio de una persona quien se encarga de hablar con los jefes de plantas y así poder definir cada uno de los manuales correspondientes.

1.2 OBJETIVOS

General

Analizar la eficiencia y determinar los tiempos y movimientos de una planta incubadora.

Específicos

- Determinar el flujo de proceso y tiempos requeridos en cada una de las actividades que se realizan en la planta incubadora de CADECA S.A.
- Realizar mejoras en el uso de los desinfectantes utilizados para el proceso de higienización de la planta incubadora.
- Determinar la productividad por persona de la planta incubadora.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El clásico estudio con cronómetro o estudio de tiempos, fue propuesto originalmente por Frederick Taylor en 1881, y aún es el método de estudio de tiempos más ampliamente utilizado. Un procedimiento de estudio de tiempos involucra el cronometraje de una muestra del desempeño de un trabajador y se utiliza para determinar un estándar (Render y Heyzer, 1996).

Es así que según Render y Heizer (1996), los estándares de trabajo, establecidos en forma apropiada, representan la cantidad de tiempo que le debe tomar a un empleado promedio para llevar a cabo actividades de trabajo específicas, bajo condiciones de trabajo normales. Pero para establecer los estándares de trabajo existen cuatro maneras de determinarlos y éstos son:

- Experiencia histórica.
- Estudio de tiempos.
- Estándares de tiempos predeterminados.
- Muestreo del trabajo.

El más ampliamente utilizado de los cuatro es el estudio de tiempos o el clásico con cronómetro, éste involucra el cronometraje de una muestra del desempeño de un trabajador y se utiliza para determinar un estándar el cuál se puede establecer mediante el seguimiento de estos ocho pasos:

- Definir la tarea que debe ser estudiada.
- Desglosar la tarea en elementos sencillos (partes de una tarea que a menudo no toman más que algunos segundos).
- Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos o muestras necesarias).
- Cronometrar y registrar los tiempos elementales y las tasas de desempeño.
- Calcular el tiempo del ciclo real promedio. El **tiempo del ciclo real promedio** es la media aritmética de las veces que *cada* elemento es medido, ajustado para influencias no usuales por cada elemento:

$$\text{Tiempo de Ciclo Real Promedio} = \frac{\text{Suma de los tiempos registrados para llevar a cabo cada elemento}}{\text{Número de ciclos observados}}$$

- Calcular el **tiempo normal** para cada elemento. Esta medida es una "evaluación del desempeño" para la observación particular del ritmo del trabajador:

$$\text{Tiempo Normal} = (\text{Tiempo del ciclo real promedio}) \times (\text{Factor de Evaluación})$$

El factor de evaluación es el que nos nivela a un promedio normal los distintos elementos que constituyen la operación y se obtiene haciendo uso de la tabla Westinghouse (anexo 1).

- Sumar los tiempos normales de cada elemento para desarrollar el tiempo normal total para la tarea.
- Calcular el **tiempo estándar**. Este ajuste al tiempo normal total permite concesiones tales como necesidades *personales*, *retrasos* inevitables de trabajo y *fatiga* del trabajador:

$$\text{Tiempo Estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{factor de concesión}}$$

Las concesiones personales de tiempo, que es el tiempo en que el trabajador toma un descanso o deja de trabajar por algún motivo ajeno al proceso, se establecen a menudo en el rango del 4 a 7 por ciento del tiempo total, dependiendo de la cercanía de los sanitarios, bebederos y otras instalaciones. Los estándares de retraso a menudo se establecen como resultado de los estudios reales de los retrasos que suceden. Los estándares por fatiga se basan en el creciente conocimiento del gasto de energía humana bajo varias condiciones físicas y ambientales.

Hernández (1989), indica que el tiempo utilizado por un empleado para la realización de una o varias operaciones en la producción de un artículo (tomando en cuenta las tolerancias) es denominado tiempo estándar de operación. Los tiempos de ejecución de tales operaciones son variables de acuerdo al ritmo al que se efectúen, de manera tal que para la estimación de un tiempo estándar de operación se debe escoger un ritmo constante de trabajo, logrando de esta forma una mayor productividad y economía en el proceso (Figura 1).

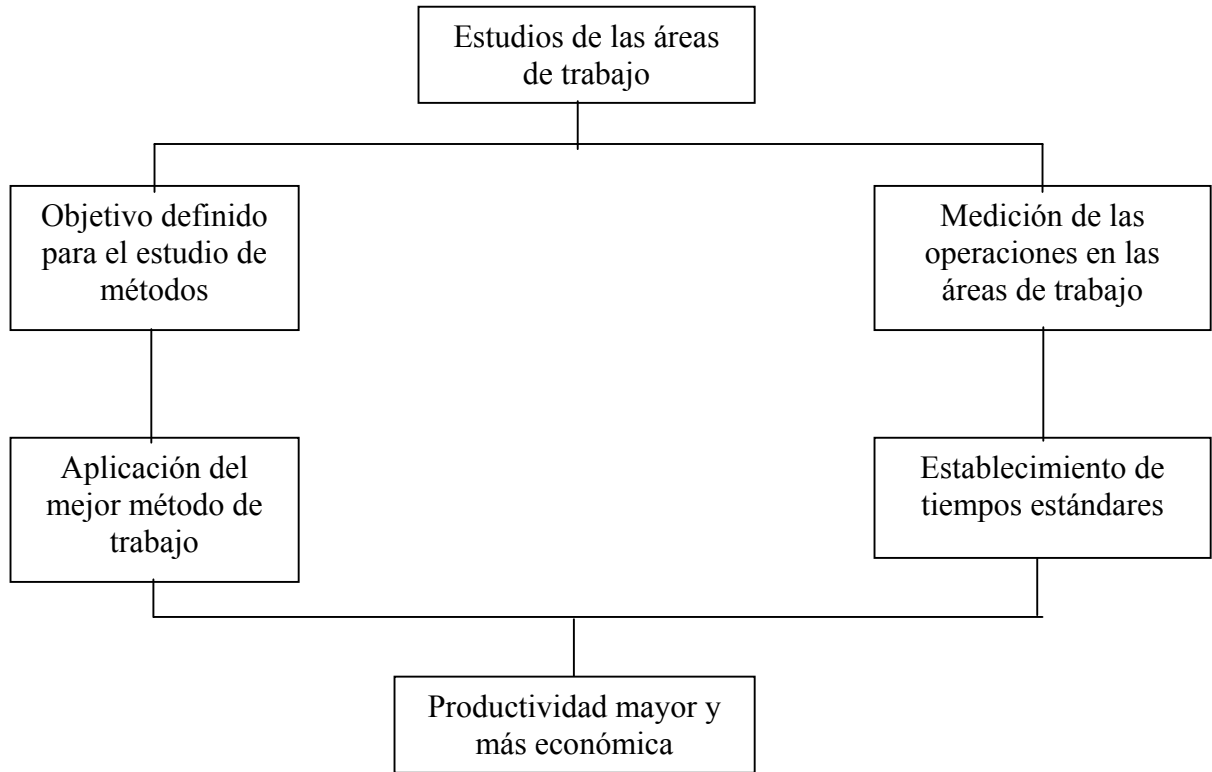


Figura 1. Formas en que se aumenta la producción en las áreas de trabajo (Hernández, 1989).

Toda aplicación de tiempo estándar depende del operador observado y del desempeño en el transcurso del tiempo de la observación, por lo tanto es necesario determinar si los datos que se tomen de las operaciones ejecutadas en las áreas de trabajo, son normales en cuanto a los ritmos observados. El concepto de lo normal tiene mucha importancia cuando se usan incentivos de salarios, porque el tiempo estándar en la producción es la base sobre la cual se calcula la bonificación del operador (Hernández, 1989).

En la estimación de los tiempos estándar de operación es necesario subdividir dichas operaciones ya que facilitan la cuantificación del tiempo requerido para su ejecución. Dentro de estos tiempos se debe contemplar que los empleados realizan otras actividades paralelas o no al proceso productivo (descansos, almuerzo, transporte, etc.) que deben ser también incluidos en la estimación, afectando así el tiempo total calculado.

Según Hernández (1989), lo primero que debe hacerse es recopilar datos para un tiempo estándar de producción para determinar los elementos que forman parte de la operación y así estudiarlos separadamente en cuanto a la toma de tiempo. En segundo término, anotar todos los elementos que forman parte de la operación en orden sucesivo en la hoja de anotaciones para el registro de los tiempos respectivos; y en tercer término, el analista debe calificar el ritmo de desempeño del trabajador para poder calcular el tiempo estándar de las operaciones.

Se puede encontrar diferencias de operador a operador hasta un cien por cien en el tiempo en que tardan en realizar una misma operación, por lo general esto se debe a que los operarios están trabajando con procedimientos distintos, si observamos cuidadosamente a cada uno descubriremos que uno de ellos ha encontrado varias maneras de reducir el tiempo empleado en una determinada operación, mientras que el otro operador realizar movimientos inútiles e ineficaces.

Para realizar un análisis consistentes se debe evaluar tres aspectos:

- De que manera trabaja el mejor operario, con el fin de enseñar algunos de sus procedimientos a los operarios menos hábiles.
- Desarrollar un procedimiento estándar que mejore el desenvolvimiento del operario en la realización de la operación, como también la utilización de equipos estándares y si es posible eliminar las causas por fatiga ajenas al trabajo.
- Concienciar a los trabajadores para la aplicación de los nuevos procedimientos como ser, el uso de cronometro para la toma de tiempos de las distintas operaciones que envuelven una línea de producción.

En el libro de Hernández (1989), aparece que el objetivo esencial del estudio de tiempos y movimientos es crear los procedimientos y condiciones óptimas para el trabajo, lo cual se puede lograr de la siguiente forma:

- Eliminando movimientos inútiles.
- Estandarizando los procedimientos y condiciones de trabajo óptimos para que los trabajadores ejecuten las diversas operaciones.
- Reduciendo la fatiga física.
- Aumentando la eficiencia de las actividades.
- Mejorando el diseño del producto.
- Mejorando el diseño de herramientas, implementos y otros auxiliares.
- Creando mayor seguridad en cada actividad.

El estudio de tiempos es un proceso por muestreo, y el parámetro de error en el muestreo surge de manera natural en el tiempo del ciclo real promedio. El error, de acuerdo con las estadísticas, varía inversamente con el tamaño de la muestra; con el fin de determinar adecuadamente la cantidad de ciclos que deben ser tomados, es necesario considerar la variabilidad de cada elemento en el estudio (Render y Heyzer, 1996).

Para determinar un tamaño de muestra adecuado, deben definirse el grado de exactitud que se desea en el estudio, el nivel deseado de confiabilidad (el valor z) y el grado de variación entre los elementos de la operación (si la variación es grande, se requerirá una muestra más grande).

Una vez que se han establecido las tres variables mencionadas, se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$N = (zs / hx \text{ promedio})^2$$

Donde:

N = número de muestras.

h = nivel de exactitud deseado en porcentaje del elemento del trabajo, expresado como un decimal (5% = 0.05).

z = número de desviaciones estándar requeridas por el nivel de confiabilidad deseado (ver cuadro 1).

s = desviación estándar de la muestra inicial.

x promedio = media de la muestra inicial.

Cuadro 1 Distribución valores z acorde al nivel de confiabilidad.

Nivel de confiabilidad (porcentaje)	Valor z (desviación estándar para el nivel de confiabilidad deseado)
90.0	1.65
95.0	1.96
95.4	2.00
99.0	2.58
99.7	3.00

Fuente: Render y Heyzer (1996).

Para aquellos casos donde la desviación estándar de la muestra *S* no se encuentra, debe ser calculada. La fórmula para hacerlo es:

$$S = \sqrt{(\sum x_i^2 - (\sum x)^2/n)n-1}$$

$\sum x_i^2$ = sumatoria del cuadrado de cada observación.

$\sum x$ = sumatoria de las observaciones.

n = número de observaciones.

Según Render y Heyzer (1996) la administración efectiva de la gente requiere del conocimiento de los estándares de trabajo. Los estándares de trabajo son la cantidad de tiempo requerido para llevar a cabo un trabajo o parte de un trabajo, los estándares de trabajo son necesarios para delimitar:

- El contenido de trabajo de las partes producidas (el costo de la mano de obra).
- Las necesidades de personal de las organizaciones (la cantidad de personal necesario para la producción requerida).

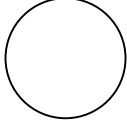
- La estimación de los costos y el tiempo antes de la producción (para ayudar en la toma de decisiones desde el desarrollo de los estimados del costo para los clientes, hasta la decisión de fabricar o comprar).
- El tamaño del equipo y el balance del trabajo (quien hace qué de una actividad de grupo o línea de ensamble).
- La producción esperada (tanto del administrador como el trabajador deben conocer lo que constituye el trabajo justo del día).
- La base de un plan de salario-incentivo (los beneficios de un incentivo razonable).
- La eficiencia de los empleados y la supervisión (es necesario un estándar con que se determine la eficiencia).

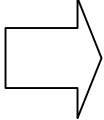
2.2 FLUJOS DE PROCESO

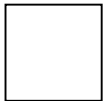
Jananía (1994), indica que puede analizarse el proceso de un producto mediante la representación gráfica de las etapas del mismo, de manera tal que es factible efectuar modificaciones a los procesos detallando los cambios en cada etapa.

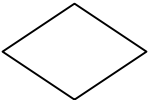
Dichos cambios pueden ser contrastados con el diagrama original, efectuando discernimiento sobre los pros y contras de los cambios sugeridos.

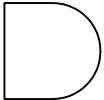
La American Society of Mechanical Engineers (A.S.M.E) estableció un conjunto estándar de elementos y símbolos para homogenizar los diagramas, como se muestra a continuación:

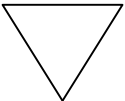
- 

Operación: es algo hecho al producto, pieza o materia dentro de un proceso o sistema, en otras palabras son cambios intencionales en una o más características.
- 

Transporte: un cambio en la localización siempre que sea igual o mayor que un metro.
- 

Inspección: es una operación que implica la verificación o comprobación de la calidad de un determinado producto con relación a especificaciones dadas en un estándar.
- 

Inspección: aquí se implica la verificación de la cantidad de un producto en estudio en un área específica.
- 

Demora: se presenta una demora cuando no se puede ejecutar ninguna otra operación o sea una interrupción entre la acción inmediata y la acción que sigue.
- 

Almacenamiento: cuando un producto se encuentra en un área específica sin transportes, inspecciones, y operaciones, sobre todo bajo condiciones en que sea necesaria una requisición para sacarlo o sea controlado.

2.3 PRODUCTIVIDAD

La productividad en una empresa es uno de los factores que todo jefe de planta desea aumentar, pero existen diferentes definiciones para la medición de la productividad, es así que según Jananía (1994), productividad se conoce por las horas hombre trabajadas, o sea el de eliminar el mal uso o desperdicio de cualquiera de los recursos y de tiempo logrando esto con los nuevos métodos y técnicas existentes; se podría decir que la productividad depende de dos factores importantes:

- Factores técnicos
 - Equipos
 - Herramientas
 - Materiales
 - Dinero
- Factor humano
 - Desempeño en el trabajo del empleado

Ambos factores deberán estar interrelacionados ya que el buen desempeño de un empleado puede ser afectado por los factores técnicos o viceversa, siendo la fórmula de la productividad la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad recurso utilizado}}$$

2.4 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

La definición de las buenas prácticas de manufactura es: "Prácticas de planta de empaque o industrialización de alimentos diseñadas para evitar la contaminación del producto con sustancias y organismos que pongan en peligro la salud del consumidor" (Cojulún, 2001). Una forma de comprobar estas buenas prácticas de manufactura es mediante una lista de verificación que es una herramienta que nos permite evaluar el grado de adecuación, de cualquier planta para llevar a cabo sus labores, según las buenas prácticas de manufactura; consta de un listado de secciones, cada una con sus respectivos ítems, de los cuales figuran los siguientes:

- Establecimiento (sección I)
- Diseño de planta (sección II)
- Equipo y utensilios (sección III)
- Higiene (sección IV)
- Personal (sección V)
- Proceso (sección VI)
- Empacado y almacenamiento (sección VII)

Cada ítem o pregunta tiene un valor asignado, este valor depende de la relevancia o importancia del ítem (Morales, 2001).

2.5 USO DE DETERGENTES

El uso de detergentes es algo que debe seguirse paso a paso para poder aprovechar en su totalidad el poder germicida de cada uno de los mismos, es así que en la planta incubadora se utilizan diferentes productos mediante una rotación para no crear una resistencia de los organismos patógenos.

Las instrucciones deben ser claras y entendibles para que el empleado no tenga dificultades en poder realizar su labor, además que se deben tomar todas las medidas necesarias de protección de la persona que esta aplicando los productos es por esto que las indicaciones de los detergentes utilizados en el área de limpieza son los siguientes:

2.5.1 Tek-trol

2.5.1.1 Uso del tek-trol. Es un detergente sintético de amplio espectro para microorganismos Gram positivo (+) y negativo (-), provee limpieza y desinfección en una operación, no es inflamable ni volátil cuando esta en dilución; se puede utilizar en agua caliente, helada y en agua con dureza arriba a 1,000 partes por millón (ppm). La dosis recomendada de uso es de 15 ml por cada galón de agua (1:256).

2.5.1.2 Cuidados en su uso. Se debe tener cuidado al manejar este producto ya que según la etiqueta es un producto que puede causar daño a los ojos y a la piel e inclusive a la ropa. Por lo tanto se debe seguir las siguientes recomendaciones: use guantes protectores, lavarse bien las manos con agua y jabón después de utilizar dicho producto. Al igual que sí se aplica en la desinfección de maquinaria avícola se debe ventilar el lugar por lo menos 10 minutos antes de entrar de nuevo a la máquina.

2.5.2 Cloro

2.5.2.1 Uso del cloro. Por su versatilidad, el cloro es utilizado para la desinfección de superficies de diverso tipo, para lo cual se varía su concentración en cada solución.

Regularmente se utilizan soluciones con una concentración de 200 partes por millón de cloro (ppm) para la desinfección de superficies, concentración que debe ser verificada constantemente ya que puede reducirse según el uso que se le dé a la solución.

2.5.2.2 Cuidados en su uso. Los cuidados en el manejo con este producto son relativos a evitar el contacto directo cuando la concentración es muy alta ya que puede causar reacciones alérgicas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Planta Incubadora de CADECA (P.I.C.), en la colonia sagastume de tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. La P.I.C. consta de cuatro áreas principales: área de clasificado de huevo, área de las incubadoras, el área de nacedoras y el área de sexado y vacunado de los pollos.

3.2 MATERIALES

- Se utilizó un cronómetro digital con minuterio, segundero y centésimas ya que en la toma de datos estos fueron presentados en segundos y centésimas de segundos.
- Cinta métrica para tomar medidas en el diagrama de procesos en cada una de las áreas de la planta.
- Laminas de formica para la identificación de las áreas de trabajo.
- Acetatos para impresoras de colores.
- Papel tapíz.
- Tape de doble cara.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Toma de tiempos

La toma de tiempos se realizó durante los meses de enero a septiembre del 2002. Antes de comenzar la toma de tiempos nos familiarizamos con las diferentes actividades de la planta, para identificar a los empleados que fueron escogidos para la toma de tiempos. Se determinó el número de observaciones necesarias y se usó un nivel de confianza del 95%. Los resultados obtenidos durante el muestreo, se muestran en el anexo 3.

De la multiplicación de los tiempos promedios de cada actividad con la calificación (obtenido por medio de la tabla Westinghouse) de cada empleado se obtuvo el TIEMPO NORMAL. Con esta información se calcularon los tiempos estándares de las distintas operaciones realizadas por los operarios de la planta. Se tomó en cuenta el tiempo libre para alimentación y necesidades diarias de los operarios dentro de la planta.

3.3.1.1 Área de clasificación. En esta área la actividad de clasificación se realizó utilizando parámetros como limpieza, tamaño y huevos sin deformación de cáscara, ya que esto contribuye a la entrada de microorganismos. En esta actividad se consideró el tiempo en que tardó un empleado en llenar una carretilla para la incubadora. Esto dependió del tipo de incubadora y del tipo de separador de huevos. El primer tiempo que se midió fue el de transporte de los huevos desde las tarimas hasta las mesas de clasificación, siguiendo el tiempo en que se tardó el operario en clasificar los huevos y el tiempo de transporte hasta la sala de precalentamiento.

3.3.1.2 Transferencia de huevos. Esta actividad se dividió en dos partes. La primera se refiere al proceso de incubar los huevos previamente clasificados, donde primero se transportó el huevo desde precalentamiento hasta las incubadoras. Luego se traspasaron los huevos de los separadores del carretón hasta la incubadora. En la segunda parte, los huevos fueron traspasados a las nacedoras, cada uno de los tiempos medidos incluyó el tiempo de transporte hasta el lugar final del proceso.

3.3.1.3 Operación de conteo e inspección. El tiempo medido fue el que tardó un empleado en traspasar 100 pollos sanos a las canastas de transporte. En el tiempo se tomó en cuenta lo que tardaba en inspeccionar los pollos para poder realizar la separación de los sanos de los que presentan problemas de calidad, como ser ombligo abierto, despaturrados, etc.

3.3.1.4 Área de sexado. En esta área la actividad consistió en dividir los pollos recibidos de conteo e inspección en machos y hembras, ya que la diferencia entre sexos es una característica que toman en cuenta en las granjas, debido a su diferencia remarcada en cuanto tiempo de engorde e índice de conversión alimenticia.

3.3.1.5 Área de vacunado. Esta área se dividió en dos actividades a las cuales se les midió el tiempo. El primer tiempo medido fue al aplicar la vacuna de "New Castle", a 100 pollos colocados en una bandeja. El segundo tiempo medido se refiere al vacunado con la máquina SPRAVAC. Se tomó en cuenta el tiempo en que el empleado tardó en introducir la bandeja en la SPRAVAC y acomodarla en grupos de 10 bandejas, además del tiempo de transporte al área de despacho.

3.3.1.6 Área de despacho. En esta actividad no se puede colocar muchos operarios, porque la misma operación no lo permite. Considerando lo anterior los tiempos fueron divididos en el transporte de 10 bandejas del área de despacho al camión y el tiempo que el empleado tardó en acomodar este grupo de bandejas dentro del camión.

3.3.2 Productividad

El medir la productividad en esta planta resultó difícil ya que la demanda de pollo se basa en las proyecciones del departamento de ventas. La aplicación de la fórmula de Productividad dependió del insumo analizado. Después se calculó una productividad promedio de toda la planta para tener una mejor visión de lo realizado en las actividades del mes en cuanto al uso de recurso humano en la P.I.C.

3.3.3 Mejoras en uso de desinfectantes

Utilizar la cantidad ideal de detergente y desinfectante es algo que puede contribuir en la reducción de gastos de la planta. Además de poder realizar una limpieza y desinfección correcta del equipo usado en el proceso de la planta, evitando así que se conviertan en fuente de contaminación. Por lo anterior se tomaron las siguientes medidas:

3.3.3.1 Área de limpieza. Se identificó en que situación se encontraba esta área en la planta, para después medir las pilas utilizadas para colocar agua clorada. Se calculó la cantidad de cloro al 12% para obtener agua clorada a 200 partes por millón (ppm) para la desinfección de superficies de equipo. Asimismo, se determinó la cantidad a usar de tek-trol (1:256), por ser el otro desinfectante usado en el área de limpieza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TIEMPOS ESTÁNDARES DE OPERACIONES

Para cada actividad se hizo la medición del tiempo requerido para su ejecución y posteriormente se estimó un tiempo representativo de la actividad, conocido como tiempo estándar.

El presente es el primer estudio de tiempos y movimientos efectuado en la planta de incubación, por lo que constituye la base para la mejora de los tiempos estándares estimados, además de ser un estudio que puede ser incluido en los manuales operativos de la planta para un mejor entendimiento del proceso y el tiempo que tarda en realizarse toda la operación. Sin embargo, no es posible determinar si los tiempos obtenidos se encuentran dentro de los valores óptimos, ya que no se cuenta con parámetros establecidos para tales actividades.

Los resultados obtenidos son mostrados a continuación organizados por las operaciones que incluyen.

4.1.1 Área de clasificación

En esta área la mayor parte del tiempo empleado se debió a la operación de clasificación de huevo y varía de acuerdo al tipo de carretón utilizado ya que existe una diferencia consistente (12.69 s) entre el tiempo usado al utilizar un carretón Chick Master y un Robbins (Cuadro 2) por la capacidad de contenido de separadores de cada uno de ellos (90 y 156 separadores respectivamente) y por el número de huevos por separador.

Asimismo, como se observa en el Cuadro 2, el transporte de bandejas es otra operación que retrasó la actividad por su duración (40.49 s) debido a que se efectúa un traslado de las mismas desde la sala de precalentamiento a la sala de clasificación, salas que se encuentran separadas a una distancia considerable una de la otra.

Cuadro 2 Tiempos estándares en el área de clasificación de la planta incubadora de CADECA.

Operación	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E. (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Bajar huevo fértil de camión	15.55	1.14	17.73	0.125	19.94	19.27	20.61
Traer bandejas	34.61	1.04	35.99	0.125	40.49	38.74	42.24
Estribado de bandejas	5.88	1.09	6.41	0.125	7.21	7.07	7.35
Clasificación de huevos	34.26 ^C	1.14	39.05 ^C	0.125	43.93 ^C	38.75	49.10
	44.15 ^R	1.14	50.33 ^R	0.125	56.62 ^R	46.49	66.74
Transporte carretilla	36.47	0.97	35.38	0.125	39.8	36.91	42.69

T.P. = Tiempo Promedio

F.C. = Factor de Calificación

T.N. = Tiempo Normal

T.E. = Tiempo Estándar

L.I. = Limite Inferior

L.S. = Limite Superior

C = Carretones para Incubadoras Chick Master

R = Carretones para Incubadoras Robbins

Se estimó que el tiempo estándar que un empleado utilizaría para efectuar la clasificación de un carretón es de **66.56 minutos** para la incubadora Chick Master y **147.87 minutos** para incubadoras Robbins (Anexo 1). Estos tiempos fueron estimados observando a empleados diferentes pudiendo influir así en la diferencia de tiempos obtenidos por operador.

4.1.2 Transferencia de huevo

Esta actividad se dividió en dos etapas, la primera es la carga de los huevos a cada tipo de incubadora, operación que se realizó con un solo operario y su tiempo estándar de realización dependió de la habilidad del trabajador para identificar el lugar donde debía colocar los separadores dentro de la máquina incubadora (Cuadro 3).

En la segunda etapa (transferencia de huevos), la efectividad de la actividad no recayó en la habilidad de un solo operario sino en la eficiencia en el trabajo en equipo de los trabajadores asignados a esta labor, como se observa el tiempo estándar de esta actividad fue similar al de la primera etapa, con la diferencia que en la transferencia también se realizaron labores de control de calidad, lo que pudo provocar retraso en esta operación (Cuadro 3).

Cuadro 3 Tiempos estándares en la actividad de transferencia realizada en la planta de incubación de CADECA.

Operación	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E. (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Transporte carretón con huevos	42.94	1.06	45.52	0.125	51.21	48.81	53.60
Carga de huevos	8.34	1.19	9.92	0.125	11.16	10.21	12.10
Transporte carretón -vacía	14.56	1	14.56	0.125	16.38	15.19	17.57
Transferencia de huevos	10.54	1.01	10.64	0.125	11.97	11.42	12.51
Colocar en nacedoras	33.82	1.01	34.16	0.125	38.43	35.36	41.5

T.P. = Tiempo Promedio

F.C. = Factor de Calificación

T.N. = Tiempo Normal

T.E. = Tiempo Estándar

L.I. = Limite Inferior

L.S. = Limite Superior

La carga de huevos en una incubadora Chick Master debió ser realizada por un empleado en un tiempo estándar de **6.43 minutos** (Anexo 1), en donde el transporte de la sala de precalentamiento a las incubadoras fue el factor de mayor influencia en la actividad, debido a las condiciones del piso de la planta.

Durante la segunda transferencia de huevos (de las incubadoras a las nacedoras) se estimó un tiempo estándar de **2.64 minutos** (Anexo 1), efectuándose esta operación de forma manual por la delicadeza que se requiere en su ejecución. Se consideró que por la habilidad del personal para ejecutar dicha actividad el número de separadores empleados en ésta operación no influyó significativamente en el tiempo estimado.

4.1.3 Operación de conteo e inspección

La inspección consistió en la selección de aves con base en la calidad de sus atributos (calidad de ombligo, deformaciones, etc.), por lo que no puede ser eliminada. Sin embargo, se puede lograr la reducción paulatina de su tiempo estándar de ejecución (Cuadro 4) al incrementarse la habilidad del personal que ejecuta tal actividad.

Cuadro 4 Tiempos estándares de la actividad de conteo e inspección de pollos en la planta de incubación de CADECA.

Operación	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E. (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Conteo de 100 pollos	55.85	1.07	59.75	0.125	67.22	44.05	90.39
Transporte de nacedoras a sexado	57.14	1.02	58.28	0.125	65.56	57.91	73.21
Transporte de conteo a limpieza	33.73	1.03	34.74	0.125	39.08	36.75	41.41

T.P. = Tiempo Promedio
T.E. = Tiempo Estándar

F.C. = Factor de Calificación
L.I = Limite Inferior

T.N. = Tiempo Normal
L.S. = Limite Superior

Los resultados derivados del estudio indicaron que todas éstas actividades (Cuadro 4) deberían ejecutarse normalmente en un tiempo de **12.3 minutos** (Anexo 1), con lo cual se estimó que una tanda de 45 000 pollitos puede ser contada e inspeccionada por tres empleados en un lapso de cuatro horas de labor (Anexo 1).

4.1.4 Área de sexado

Esta área se consideró uno de los cuellos de botella en el flujo de proceso de la planta, ya que el tiempo se vio afectado por la destreza del operario que efectuó la actividad (Cuadro 5). Resultado de ello fue la estimación del amplio rango de tiempo (81.72-165.2 s) en la ejecución de esta operación (Cuadro 5).

Cuadro 5 Resumen de tiempos estándares en el área de sexado de pollos.

Operación	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E. (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Sexado de 100 pollos	97.98	1.12	109.74	0.125	123.46	81.72	165.2
Transporte a vacunado	33.05	1.03	34.04	0.125	38.3	36.56	40.03
Total tiempo					161.76	118.28	205.23

T.P. = Tiempo Promedio
T.E. = Tiempo Estándar

F.C. = Factor de Calificación
L.I = Limite Inferior

T.N. = Tiempo Normal
L.S. = Limite Superior

Se tomó en cuenta que esta actividad no se realiza en todos los lotes de pollos producidos en la planta, ya que las características genotípicas de algunas razas no permitieron la diferenciación de sexo de las aves mediante el método de clasificación por el plumaje del ala.

Empleando los tiempos resultado del cuadro anterior se estimó que el tiempo para que una persona desarrolle estas actividades para un total 1000 pollos incluyendo el transporte a la zona de vacunado debe ser de **21.2 minutos** (Anexo 1). Se tomó en cuenta que la reducción del tiempo no debía afectar la calidad del pollo.

4.1.5 Área de vacunado

También se consideró un cuello de botella del proceso y se dividió en dos tipos. En el primer tipo el tiempo estándar de la operación (cuadro 6) se vio afectado por la habilidad del operador para realizar la actividad de manera rápida y con el cuidado necesario para no dañar al pollo. En esta operación dejó de ser útil el conteo realizado anteriormente, ya que los pollos convencionalmente son mezclados sin importar el número de aves por bandeja.

La segunda operación de vacunado se efectuó por dos empleados y consistió en la aplicación de la vacuna por medio de una máquina denominada SPRAVAC. Existió un reducido grado de dificultad en la ejecución de ésta operación por lo que su tiempo estándar fue inferior a un minuto (Cuadro 6 y Anexo 1) y no constituyó una actividad que retrasara las siguientes operaciones.

Cuadro 6 Tiempos estándares en el área de vacunado de la planta incubadora de CADECA.

OPERACIÓN	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Vacunado de 100 pollos	78.62	1.19	93.56	0.125	105.25	82.14	128.36
Vaciado de bandeja	5.12	1	5.12	0.125	5.76	5.62	5.9
Transporte a SPRAVAC	11.07	1	11.07	0.125	12.45	11.73	13.17
Vacunado con SPRAVAC	4.05	1.07	4.33	0.125	4.87	4.75	4.98
Transporte a despacho	7.34	1.02	7.49	0.125	8.43	7.97	8.89

T.P. = Tiempo Promedio
T.E. = Tiempo Estándar

F.C. = Factor de Calificación
L.I = Limite Inferior

T.N. = Tiempo Normal
L.S. = Limite Superior

4.1.6 Área de despacho

Esta es la última actividad de la planta y el número de empleados que efectúan la operación fue constante (dos empleados). En esta actividad no influyó el grado de experiencia del empleado, por lo que el tiempo estándar (Cuadro 7) tuvo poca variación entre su límite inferior y superior, resultando en un tiempo estándar de 15.88 segundos, con un intervalo de confianza estimado de 15.07 a 16.68 segundos (s), conteniendo así el 99% de los tiempos posteriores esperados.

Cuadro 7 Tiempos estándares en la actividad de despacho del camión con pollitos.

Operación	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación tiempo	T.E. (s)	L.I. (s)	L.S. (s)
Transporte a camión	6.37	0.98	6.24	0.125	7.02	6.74	7.3
Acomodado en camión	7.5	1.05	7.875	0.125	8.86	8.33	9.38
Total tiempo					15.88	15.07	16.68

T.P. = Tiempo Promedio

F.C. = Factor de Calificación

T.N. = Tiempo Normal

T.E. = Tiempo Estándar

L.I. = Limite Inferior

L.S. = Limite Superior

4.2 EFICIENCIA DE LÍNEAS

El determinar la eficiencia de línea es uno de los aspectos que se debe realizar en cualquier planta de proceso. Esto implica mantener constante a los operarios en cada uno de los puestos de trabajo.

En el caso de la P.I.C. las líneas a las que se les determinó su eficiencia fueron en las áreas de sexado y vacunado, por ser los cuellos de botella de la planta, considerando para el cálculo de sus eficiencias el tiempo ocupado por los empleados que ejecutaban la operación más frecuentemente (Cuadros 8 y 9).

Se calculó que la eficiencia del área de sexado fue alta (95.1%), por la similitud de tiempos (Cuadro 8) entre los empleados. Sin embargo, la cantidad de pollos procesados se vio afectada por el número de empleados que ejecutaron las operaciones.

El aumentar el número de operarios, aunado a la falta de experiencia de los mismos, puede provocar una disminución de la eficiencia, a pesar de aumentar el número de pollos sexados por hora.

Cuadro 8 Eficiencia de los empleados del área de sexado.

Empleado	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación	T.E. (s)	S.E.A. (s)	T. ES. (s)
#1	108.37	1.1	119.21	0.125	134.11	134.11	0
#2	111.28	1.03	114.62	0.125	128.95	134.11	5.16
#3	101.21	1.05	106.27	0.125	119.55	134.11	14.55
TOTAL					382.61	402.32	

T.P. = Tiempo Promedio F.C. = Factor de Calificación T.N. = Tiempo Normal
T.E. = Tiempo Estándar S.E.A. = Segundos Empleado Atrasado
T. ES. = Tiempo de Espera

$$\text{Eficiencia} = \frac{382.61}{402.32} * 100 = \mathbf{95.1\%}$$

El área con menor eficiencia de las áreas consideradas como cuellos de botella fue la de vacunado, radicando el problema en que esta actividad depende de la habilidad del operario. Para el cálculo de su eficiencia se analizó el tiempo utilizado por un mayor número de empleados (4 personas) que en el empleado para el cálculo de la eficiencia del área de sexado (3 personas), lo que influyó en el resultado obtenido (91.35%) que no deja de ser elevado (Cuadro 9).

Cuadro 9 Eficiencia de los empleados del área de vacunado.

Empleado	T.P. (s)	F.C.	T.N. (s)	Relación	T.E. (s)	S.E.A. (s)	T. ES. (s)
#1	91.54	1.1	100.69	0.125	113.28	119.71	0
#2	90.84	1.03	93.57	0.125	105.26	119.71	5.16
#3	83.94	1.05	88.14	0.125	99.15	119.71	14.55
#4	108.58	0.98	106.41	0.125	119.71	119.71	
TOTAL					437.41	478.84	

T.P. = Tiempo Promedio F.C. = Factor de Calificación T.N. = Tiempo Normal
T.E. = Tiempo Estándar S.E.A. = Segundos Empleado Atrasado
T. ES. = Tiempo de Espera

$$\text{Eficiencia} = \frac{437.41}{478.84} * 100 = \mathbf{91.35\%}$$

4.3 EMPLEADOS POR ÁREA

La producción diaria promedio de la planta incubadora se estimó en **83,655 pollos/día**, considerando meses de 30 días. Tomando este dato y asumiendo una jornada de 8 horas de trabajo se obtuvo la distribución de empleados por área representada en el Cuadro 10.

Cuadro 10 Distribución de empleados por área de proceso en la planta incubadora.

Área de proceso	Número de empleados
Clasificación de huevos	8 (Chick Master) 10 (Robbins)
Conteo e inspección de pollos	3
Sexado de pollos	4
Vacunado de pollos	4

En el caso del área de clasificación, el número de empleados fue calculado para la clasificación para Incubadoras Chick Master o Robbins. Las áreas o actividades que no están en el cuadro poseen un determinado número de empleados para cumplir con el proceso debido a que estas operaciones no permiten o no ameritan utilizar más empleados.

4.4 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad indica la eficiencia del uso de los insumos en la producción final de la planta. En el caso de esta planta, se utilizaron los niveles de producción de meses anteriores y el número de empleados que laboraban en dicha instalación, obteniendo así la productividad de pollos por cada empleado, resultados que se presentan resumidos en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Productividad semestral de la planta incubadora de la Compañía Avícola de Centro América.

Mes	Producción pollos	Productividad (pollos/empleado)
Julio'01 Diciembre'01	2,496,140	60,881
Enero'02 Mayo'02	2,525,802	61,605

Como se observa en el cuadro 11, la productividad promedio por cada empleado desde julio del 2001 hasta Mayo del 2002 fue de **61,210 pollitos / empleado** mostrando una desviación estándar de **7.2%**. Esta variación pudo ocurrir por diferentes factores, como la edad de las ponedoras, la raza de los pollitos, el estado de las máquinas nacedoras, el

número de granjas a abastecer en determinado mes, que de una u otra forma influyen en el nacimientos de pollitos en la planta.

4.5 MEJORAS EN EL USO DE DESINFECTANTES

4.5.1 Área de limpieza

La planta se dividió en dos zonas, la primera es la zona limpia, en donde está la sala de clasificación, el cuarto de precalentamiento y la sala de incubadoras. La segunda es la zona sucia, que abarca las salas de nacedoras, sala de sexado y vacunado de pollos, además de las zonas de despacho y de limpieza (Anexo 20).

Como una barrera para evitar la contaminación cruzada entre estas dos zonas, se vuelve imprescindible el colocar pediluvios en lugares estratégicos (Anexo 21). También hay que tomar en cuenta la duración del químico (criolina) usado en los pediluvios, el cual dura 6 horas. Por lo que el cambio de este producto a tiempo se vuelve un factor determinante para evitar la contaminación cruzada dentro de la P.I.C. Además de esta práctica se debe rediseñar el flujo general de la planta y restringir el paso a ciertas áreas mediante el cierre de puertas ubicadas en la planta (Anexo 20).

El tamaño del área de limpieza no es el adecuado para poder realizar la limpieza de manera eficiente por lo que se decidió mejorar el uso de los diferentes desinfectantes que se utilizan en la limpieza calculando la concentración necesaria para cada solución empleada.

4.5.1.1 Cloro. El estándar (concentración a la que debe estar el agua clorada) para desinfección de equipo y utensilios además de superficies, es de 200 ppm. Con base en lo anterior y los volúmenes de las pilas del área de limpieza se calculó la cantidad de cloro líquido, al 12 % de pureza que se le debe adicionar a cada pila para obtener la concentración estándar, es así que los cálculos son los siguientes:

Medidas de la pila

largo = 2.29 m ancho = 1 m alto = 0.85 m

Volumen = largo x ancho x alto

Volumen = 2.29 m x 1 m x 0.85 m = 1.95 m³

Cantidad cloro = $\frac{\text{ml de ppm}}{1 \text{ m}^3 \text{ ppm}} \times \frac{\text{volumen pila}}{\% \text{ activo}}$

Cantidad cloro = $\frac{200 \text{ ml}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1.95 \text{ m}^3}{0.12} = 3,250 \text{ ml}$ en cada pila del área de limpieza

El cloro es un producto irritante por lo que se aconseja utilizar guantes para evitar el contacto con la piel.

4.5.1.2 Tek-trol. Para el caso del tek-trol, que es el otro producto utilizado en el área de limpieza, la cantidad que se recomienda utilizar es en una proporción de 1:256 por lo que tomando el volumen de la pila la cantidad recomendada a utilizar es la siguiente:

$$\text{Volumen Pila (ml)} = 1.95 \text{ m}^3 = 1950 \text{ cm}^3 = 1950000 \text{ ml}$$

$$\text{Cantidad Tek-trol: } \frac{\text{ml tek-trol}}{\text{ml agua}} \times \text{ml Pila} = \frac{1 \text{ ml tek-trol}}{256 \text{ ml Agua}} \times 1950000 \text{ ml} = \mathbf{7,617.2 \text{ ml}}$$

De acuerdo con lo anterior se recomienda utilizar **7.62 litros** de tek-trol, o sea que se deben vaciar al menos 2.25 botes de tek-trol (1 galón por bote) en la pila del área de limpieza, y así mantener la relación especificada por el fabricante. Como se indicó en la revisión de literatura este es un producto que daña la piel por lo que se debe proporcionar a los empleados del área de limpieza la protección adecuada (guantes, botas, mandriles, etc.) para poder realizar las actividades propias de la sección.

5. CONCLUSIONES

Se elaboro el flujo de proceso general de la planta y de cada una de las áreas de la misma

El tiempo requerido en la etapa de clasificación para incubadoras Chick Master y Robbins es de 66.56 y 147.87 minutos respectivamente, para la carga se necesitan 6.43 minutos para una incubadora Chick Master y 2.64 minutos para la transferencia hacia las nacedoras. Asimismo, se estimó un tiempo estándar de 12.3, 21.2 y 18.71 minutos para la actividad de conteo e inspección, sexado y vacunado respectivamente..

Se estandarizó las concentraciones de cloro y tek-trol para su uso en el área de limpieza, en concentraciones de 200 ppm para el cloro y proporción de 1:256 para el tek-trol.

La productividad de la planta de incubación de CADECA es de 61,210 pollos / hombre.

La eficiencia de las áreas de sexado y vacunado es de 95.1% y 91.35 % respectivamente, debido a la reducida diferencia en tiempos de proceso entre los empleados de estas líneas.

La planta es vulnerable a la contaminación cruzada entre sus distintas áreas, lo que ocasiona disminución en el porcentaje de nacimiento mensual.

6. RECOMENDACIONES

Modificar el diseño general de la planta incubadora para evitar la contaminación cruzada.

Realizar un estudio de eficiencias en cada uno de los procesos para obtener un balanceo adecuado de líneas de producción.

Validar los tiempos obtenidos en este estudio en cada una de las áreas de la planta incubadora, darle continuidad a los estudios de tiempos y movimientos para actualizar la base de datos y poder aumentar el nivel de confiabilidad de los tiempos estimados, así como complementar el manual de PEO.

Estipular un número de empleados para las áreas de sexado, vacunado, transferencia y despacho de 4 en cada una de ellas. En el área de clasificación asignar 10 empleados y 3 para las áreas de conteo y limpieza (en cada una de ellas).

Realizar una evaluación de tiempos por género para ver cual es más eficiente en cada área de proceso de la planta.

Hacer conciencia mediante procesos de capacitación a los empleados en los temas de medidas sanitarias.

Designar la colocación de desinfectantes en cada una de las áreas (cambio de criolina en pediluvios) a una persona permanentemente, con el debido monitoreo de su cumplimiento.

Iniciar la implementación de las buenas practicas de manufactura para mejorar la productividad de la planta y contribuir a disminuir el porcentaje de desechos en las áreas de proceso.

7. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.cadeca.hn/home/index.htm>

COJULUN, R. 2001. Seminario taller sobre BPA y BPM. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

GARCÍA, C. 2001. Clase de procesamiento de productos pecuarios. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

HERNÁNDEZ, J. 1989. Medidas de trabajo en la industria. Editorial Universitaria. Honduras. 176 p.

JANANÍA, C. 1994. Manuales de tiempos y movimientos. Editorial Universitaria. Honduras. 191 p.

MORALES, R. 2001. Listado de verificación de plantas procesadoras de alimentos. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

QUINTANA, J. 1988. Avitecna manejo de las aves domésticas más comunes. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México. 305 p.

RENDER, B.; HEIZER, J. 1996. Principios de administración de operaciones. Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. México. 624 p.

ANEXO 1 Bitácora de cálculos

Área de clasificación

Tiempo estándar Chick Master= 43.93s/separador(90 separadores) + 39.8 s= **3,993.5 seg.**

Tiempo estándar Robbins = 56.62 s /separador (156 separadores) + 39.8 s = **8,872.5 seg.**

$$\text{Tiempo} = 5 \text{ carretones} * \frac{66.56 \text{ minutos} * \text{empleado}}{\text{Carretón}} * \frac{1}{3 \text{ empleados}} = \mathbf{110.9 \text{ minutos}}$$

Para el caso de las Robbins siguiendo el mismo ejercicio, el numero de empleados sería:

$$\text{Tiempo} = 5 \text{ carretones} * \frac{147.87 \text{ minutos} * \text{empleado}}{\text{Carretón}} * \frac{1}{3 \text{ empleados}} = \mathbf{246.45 \text{ minutos}}$$

Esto en horas sería de **4.11 horas** para que los tres empleados terminaran de clasificar los carretones para las incubadoras Robbins.

Transferencia de huevos

TE incubación = 11.16 seg./3 separadores (90 separadores) + 51.21 s= **386.01 seg. (s).**

TE transferencia = 11.97 s/bandeja (10 bandejas) + 38.43 s = **158.13 s**

$$\text{Tiempo} = 3 \text{ nacedoras} * \frac{10.56 \text{ minutos}}{\text{Nacedora}} = \mathbf{31.68 \text{ minutos}}$$

TE = Tiempo Estándar

Área de conteo e inspección

Tiempo estándar conteo = 67.22 s/bandejas (10 bandejas) + 65.56 s = **737.76 s**

$$\text{Empleados} = 45 \text{ 000 pollos} * \frac{12.3 \text{ min} * \text{empleado}}{1 \text{ 000 pollos}} * \frac{1}{240 \text{ min}} = 2.3 = \mathbf{3 \text{ empleados.}}$$

Área de sexado

Tiempo estándar sexado = 123.46s/bandeja (10 bandejas) + 38.3s = **1,272.9 s**

$$\text{Empleados} = 45 \text{ 000 pollos} * \frac{21.2 \text{ min} * \text{empleado}}{1 \text{ 000 pollos}} * \frac{1}{240 \text{ min}} = 3.9 = \mathbf{4 \text{ empleados.}}$$

Área de vacunado

TE vacunado = 105.25 s/bandeja (10 bandejas) + 5.76 s/bandeja(10 bandejas)+ 12.45s

TE vacunado = **1,122.6 s = 18.71 minutos**

Tiempo estándar SPRAVAC= 4.87 s/bandeja (10 bandejas) + 8.43s = **57.13 s**

Empleados = $45\,000 \text{ pollos} \times \frac{18.75 \text{ min} \times \text{empleado}}{1\,000 \text{ pollos}} \times \frac{1}{240 \text{ min}} = 3.51 = 4 \text{ empleados.}$

Área de despacho

Tiempo= $\frac{\text{tiempo estándar}}{\text{grupo de bandeja}} \times \frac{\# \text{ de grupo de bandejas}}{1} = \frac{15.88 \text{ s.}}{1} \times 20 = 317.6 \text{ s.} = \mathbf{5.3 \text{ minutos}}$

Como podemos apreciar el uso de este tiempo es simplemente la multiplicación del número de grupos de 1000 pollitos por el tiempo estándar para así estimar cuanto se tardará el camión en ser cargados por los cuatro empleados utilizados generalmente para esta actividad.

ANEXO 2

Tabla Westinghouse

	HABILIDAD				ESFUERZO	
0.15	A1	Superhábil		0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Superhábil		0.12	A1	Excesivo
0.11	B1	Excelente		0.2	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente		0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno		0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno		0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio		0	D	Promedio
-0.05	E1	Regular		-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular		-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Pobre		-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2	Pobre		-0.17	F2	Pobre
CONDICIONES				CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideal		0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente		0.03	B	Excelente
0.02	C	Buena		0.01	C	Buena
0	D	Promedio		0	D	Promedio
-0.03	E	Regular		-0.02	E	Regular
-0.07	F	Pobre		-0.04	F	Pobre