

**Análisis de los tiempos empleados en la  
elaboración de chorizo criollo, jamón de  
cerdo y salami imperial en Zamorano**

**Ivan Alvaro Crespo Zapata**

**Zamorano**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Abril 2002**

# **Análisis de los tiempos empleados en la elaboración de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial en Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Ivan Alvaro Crespo Zapata**

**Zamorano, Honduras**

ABRIL, 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 derechos de autor.

---

IVAN ALVARO CRESPO ZAPATA

**Zamorano, Honduras**  
**Abril, 2002**

**Análisis de los tiempos empleados en los procesos de elaboración de  
chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial en la planta de  
cárnicos de Zamorano**

PRESENTADO POR

Ivan Alvaro Crespo Zapata

Aprobada:

---

**Oscar Sanabria M.S., M.B.A.**  
Asesor principal.

---

**Claudia García, Ph.D.**  
Coordinador de Carrera  
Agroindustria.

---

**Adela Acosta, D.C.T.A.**  
Asesor.

---

**Antonio Flores, Ph.D.**  
Decano Académico

---

**Rommel Benavides, Lic.**  
Asesor.

---

**Keith Andrews, Ph.D.**  
Director

---

**Aurelio Revilla M.S.A.**  
Coordinador PIA.

## **DEDICATORIA**

A mi querida familia

A mis amigos Benghy y Ajax

A mi reina, que siempre la tendré presente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Contreras que me enseñó el significado de ser una persona humilde.

A mis asesores por su dedicación.

A mis amigos Franck, Margoth, Rina, Gerardo, Mariano y Cristian.

## RESUMEN

Crespo, Ivan. 2002. Análisis de los tiempos empleados en la elaboración de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 37 p.

Desde sus inicios, la planta de industrias cárnicas de Zamorano ha estado operando con fines de enseñanza y de abastecer las necesidades del comedor y del puesto de ventas. Además de cumplir con estos pedidos, la planta ha aumentado su producción para poder incursionar en otros mercados fuera de Zamorano con productos competitivos y de excelente calidad, que apoyen las alternativas de enseñanza de los programas académicos. La demanda de embutidos de la planta de cárnicos se ha incrementado y la falta de información en los tiempos de procesos puede representar una limitante en la planificación. El objetivo fue analizar los tiempos empleados en la elaboración de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo. El estudio se realizó en la planta de industrias cárnicas de Zamorano. Se consideraron tres variables: tiempo de trabajo de los estudiantes, tiempo de trabajo de los operarios y tiempo de trabajo conjunto de operario-estudiante para estos procesos. La toma de tiempos de los procesos se realizó siguiendo la metodología diseñada por la Organización Internacional del Trabajo. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de diferencia de medias (SNK) para identificar en que operaciones del proceso hay diferencia significativa del tiempo. La mano de obra más eficaz ( $P < 0.01$ ) es la de los operarios de la planta, seguida por el trabajo en conjunto operario-estudiante y por último la de los estudiantes trabajando solos, lo cual no es un evento normal y sólo se hizo como comparativo. La diferencia en tiempos se debe a la clara diferencia en destreza y esta diferencia tiene un impacto en los costos de producción. Con la información generada se pudieron identificar los cuellos de botella o limitantes del proceso. Para la elaboración de chorizo criollo los cuellos de botella son las operación de embutido y amarrado, las cuales dependen de la mano de obra y pueden ser agilizadas automatizando las operaciones. Para salami imperial y jamón de cerdo los cuellos de botella son las operaciones de ahumado y escaldado, respectivamente, las cuales dependen de la capacidad y especificaciones del equipo. Para agilizar este cuello de botella sería necesario cambiar el equipo, lo que implica grandes inversiones de capital.

**Palabras claves:** Eficacia, eficiencia, mano de obra, tiempos y movimientos.

## Nota de Prensa

### **¿Cuanto tiempo demora elaborar chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo?**

Esta pregunta se planteó la Zamoempresa de productos lácteos y cárnicos en virtud de la necesidad de mejorar la planificación de la producción para abastecer a los nuevos mercados accedidos, en los cuales se observa una demanda creciente. La falta de esta información puede presentar limitantes en la producción por el efecto que tiene en la planificación y en los costos de producción.

La medición de los tiempos se realizó entre diciembre del año 2001 hasta abril del 2002, en la planta de industrias cárnicas de Zamorano, donde se realizó un análisis de los tiempos de elaboración de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo con tres diferentes tipos de mano de obra: sólo estudiantes, sólo operarios y por último el trabajo conjunto de operario-estudiante. Cada proceso se dividió en elementos de proceso y a ese elemento se le midió el tiempo. Se analizó estadísticamente los tiempos medidos en los elementos para hallar diferencias.

El estudio determinó que se requiere de menos tiempo de trabajo cuando se utilizan dos operarios, que un operario y seis estudiantes, o sólo seis estudiantes. Además se pudo identificar que las operaciones de embutido y amarrado para chorizo criollo representan cuellos de botella del proceso. En el caso de salami imperial y jamón de cerdo los cuellos de botella son la operación de ahumado y la operación de escaldado respectivamente.

Para reducir el tiempo de trabajo en el proceso es necesario explicar por escrito y verbalmente los procesos y la ubicación de las herramientas y materiales a todo el personal con el fin de evitar demoras por esos motivos. Se debe considerar la opción de automatizar operaciones que representen limitantes en el proceso para aumentar la velocidad de la línea de producción.

## CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de Prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de anexos.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. LÍMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	6
3.2. MATERIALES.....	6
3.3. MÉTODOS.....	7
3.3.1. Definición de variables.....	7
3.3.2. Proceso de toma de tiempos.....	7
3.3.3. Definición de los elementos de proceso.....	8
3.3.3.1. Elementos de proceso de elaboración de chorizo Criollo.....	8
3.3.3.2. Elementos de proceso para elaboración de salami imperial.....	8
3.3.3.3. Elementos de proceso de elaboración de jamón de cerdo.....	9
3.3.4. Análisis estadístico.....	9
3.3.5. Identificación de cuellos de botella.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	11
4.1. TIEMPOS DE ELEMENTOS.....	11
4.2. IDENTIFICACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA.....	13
4.2.1. Cuello de botella de chorizo criollo.....	13
4.2.2. Cuello de botella de salami imperial.....	15
4.2.3. Cuello de botella de jamón de cerdo.....	16

5.	CONCLUSIONES.....	20
6.	RECOMENDACIONES.....	21
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	22
8.	ANEXOS.....	23

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Demanda presupuestada para el año 2002. Ventas directas mercado de Tegucigalpa.....	2
2. Tiempos de los elementos de proceso de chorizo criollo. ....	11
3. Tiempos de los elementos de proceso de salami imperial. ....	12
4. Tiempos de los elementos de proceso de jamón de cerdo. ....	12
5. Tiempo invertido en los procesos de elaboración de chorizo criollo, salami imperial, jamón de cerdo. ....	13
6. Tiempo necesario de mano de obra para la elaboración de chorizo criollo, salami imperial, jamón de cerdo.....	13
7. Balance de línea para chorizo criollo con los operarios.....	14
8. Balance de línea para chorizo criollo con la interacción.....	14
9. Balance de línea para chorizo criollo con los estudiantes.....	14
10. Balance de línea para salami imperial con los operarios.....	15
11. Balance de línea para salami imperial de con la interacción.....	16
12. Balance de línea para salami imperial con los estudiantes.....	16
13. Balance de línea para jamón de cerdo con los operarios.....	17
14. Balance de línea para jamón de cerdo con la interacción.....	18
15. Balance de línea para jamón de cerdo con los estudiantes.....	18

**INDICE DE ANEXOS**

## Anexos

1. Kilogramos de producto elaborado en la planta de industrias cárnicas desde enero de 1998 hasta diciembre del 2001.....	23
2. Cursograma sinóptico: Elaboración chorizo criollo.....	24
3. Cursograma sinóptico: Elaboración salami Imperial.....	26
4. Cursograma sinóptico: Elaboración jamón de cerdo.....	28
5. Diagrama hombre-maquina para elaboración de chorizo criollo.....	30
6. Diagrama hombre-maquina para elaboración de salami imperial.....	32
7. Diagrama hombre-maquina para elaboración de jamón de cerdo.....	35

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Desde que la planta de industrias cárnicas de Zamorano (P.I.C.Z.) comenzó operaciones, lo hizo con el fin de complementar la enseñanza del estudiantado. Como consecuencia, se pudo abastecer al comedor estudiantil y al puesto de ventas con carnes procesadas. Además de estos compromisos, se está accedendo en nuevos mercados fuera del Zamorano, lo que ha causado un incremento en la producción para satisfacer la demanda (Anexo 1). Además se observa que los productos que más se vendieron el año 2001 fueron chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial 3.5, que juntos generan el 38% de las ventas de embutidos, razón por la que fueron incluidos en este estudio. Debido al patrón observado surge la necesidad de buscar herramientas que permitan incrementar la productividad de la planta partiendo del supuesto de que es posible hacerlo con los recursos existentes. La productividad se puede aumentar de diferentes formas, algunas de ellas son:

- Reduciendo el contenido de trabajo en la manufactura.
- Reduciendo el tiempo improductivo por esperas o demoras.

La planificación actual podría presentar deficiencias, ya que no hay información exacta de los tiempos de los procesos, ni el efecto de la enseñanza en los mismos, además que el sistema de pedidos actual genera desorden en los procesos de elaboración de los embutidos, lo que podría traer como consecuencias demoras o tiempo improductivo que podría reflejarse en la calidad de los productos por incremento de cargas microbianas.

## 1.2. ANTECEDENTES

Desde que la P.I.C.Z. inicio operaciones no se han realizado estudios sobre los tiempos de los procesos de producción de embutidos. Se construyó un modelo de programación lineal para la planta de industrias cárnicas el año 1990 como herramienta de planificación en la producción semanal. A la fecha este modelo está desactualizado porque no considera las ventas fuera del Zamorano, ni los cambios en la disponibilidad de mano de obra que se han dado desde el año 1990 (Velasco, 1990). Hasta la fecha se han realizado estudios de costos en el módulo de economía, además de las mejoras propuestas por los mismos operarios en lo que concierne a la ubicación de los equipos y el ahorro de trabajo.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Desde enero a diciembre del 2001 los ingresos por embutidos representaron el 39% de las ventas de la planta de industrias cárnicas, que en términos monetarios se traduce en aproximadamente L. 2.1 millones por año. Por tanto, es importante saber si las actividades realizadas están siendo hechas de la mejor forma posible y si el proceso de enseñanza influye en los tiempos de elaboración de los productos. En el trabajo manual es importante conocer la mejor forma de hacer el trabajo (Drucke, 1999) por lo que es una necesidad realizar un análisis de los tiempos empleados en la elaboración de embutidos. Para este estudio se analizaron los tiempos de elaboración de los procesos de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial. Los planes de incursionar al mercado de Tegucigalpa para el año 2002 (Cuadro 1), exigirán mejoras en la productividad por lo que información de tiempos de elaboración por producto será necesaria.

Cuadro 1. Demanda presupuestada para el año 2002. Ventas directas mercado de Tegucigalpa

Producto	Cantidad de producto en kg		Lempiras	
	Presupuestado para el año 2002	Facturado durante el 2001	Precio/kg	Total efectivo
Chorizo criollo	2,727	130	73.45	200,340
Jamón de cerdo	1,636	2,465	90.59	148,248
Salami imperial	1,636	375	58.80	96,228

Fuente: Registros de la planta de cárnicos (2001). Adaptación por el autor.

### 1.4. LÍMITES DEL ESTUDIO

Para facilitar la realización de este trabajo, se asignaron límites y se detallan a continuación:

- Estará limitado a chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial, los que juntos generan 38% de los ingresos de los embutidos de la planta de cárnicos.
- La toma de tiempos estará condicionada a la producción de la planta. Cada semana se elabora una tanda de estos productos, por lo que semanalmente se obtendrán los tiempos para la elaboración de una tanda.
- El estudio se realizará con los operarios de la P.I.C.Z. y los estudiantes de segundo y tercer año.

## 1.5. OBJETIVOS

### General

- Análisis de los tiempos empleados en los procesos de elaboración de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial.

### Específicos

- Describir los procesos de cada producto utilizando cursogramas sinópticos.
- Medir el tiempo empleado en los procesos de elaboración de chorizos criollo, jamón de cerdo y salami imperial.
- Averiguar si el proceso de enseñanza tiene un efecto significativo en los tiempos empleados en los procesos de elaboración de chorizos criollo, jamón de cerdo y salami imperial
- Utilizar los principios de un balance de línea para identificar los cuellos de botella en la elaboración de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo no es nada nuevo, se ha hecho desde que se organizó el esfuerzo humano para acometer grandes empresas. El director de una fábrica o el jefe de un taller, por más competente que sea, nunca dispone de suficiente tiempo sin interrupciones mientras cumple sus funciones cotidianas, para dedicarlo al estudio de una sola actividad de la fábrica. Para enterarse de lo que ocurre en el lugar de trabajo es indispensable estudiar y observar continuamente el desarrollo de las actividades. Esto significa que el estudio debe ser realizado por alguien que se dedique exclusivamente a él y no tenga funciones en la dirección (O.I.T., 1980).

Fue apenas hace unos cien años que, por primera vez, una persona educada miró el trabajo manual y a los trabajadores manuales y luego comenzó a estudiarlos. La primera persona que estudió el trabajo manual, además de realizarlo fue Frederick Winslow Taylor. A través de la historia ha habido avances en lo que hoy llamamos productividad, un término que apenas tiene 50 años. Estos fueron resultados de nuevas herramientas, métodos, y tecnologías. Hubo pocos avances a través de las épocas en lo que el economista denomina trabajo. En la historia de la humanidad ha sido axiomático considerar que los trabajadores pueden producir más sólo si laboran más duro o durante más horas. Los economistas del siglo XIX disientían de casi todo, tanto como lo hacen los economistas de hoy. Sin embargo todos coincidían, desde David Ricardo hasta Carl Marx, en que hay enormes diferencias en la destreza de cada trabajador, pero solo una respecto a su productividad: hay empleados esforzados, y los hay perezosos; los hay algunos con mucha fortaleza física y otros muy débiles. La productividad no existía.

En la década posterior a que Taylor miró primero el trabajo y lo estudió, la productividad del trabajador manual comenzó un crecimiento sin precedentes. Desde entonces ha subido a un ritmo sostenido de 3% por año compuesto; esto significa que ha incrementado 50 veces desde Taylor. Los principios de Taylor parecen engañosamente simples. El primer paso para hacer más productivo al trabajador manual es mirar la función y analizar los movimientos que la componen. El siguiente paso es registrar cada movimiento, el esfuerzo físico involucrado y su duración. Luego, se pueden eliminar los movimientos que no se necesitan; y siempre que se ve el trabajo manual se puede encontrar que la gran mayoría de los más venerados y tradicionales procedimientos resultan ser basura y no contribuyen con nada. Después se establecen los movimientos considerados esenciales para lograr el producto terminado de la manera más sencilla, más fácil, la que ejerza el menor esfuerzo físico y mental sobre el operador y que requiera

el menor tiempo posible. Taylor fue el primero en aplicar el conocimiento al trabajo para conseguir que los movimientos simples y no especializados se unan, organicen y ejecuten (Drucke, 1999).

Los proverbios: "la experiencia enseña" y "la práctica hace al maestro", son parcialmente verdaderos porque presentan sólo una cara de la situación. Se aprende que la experiencia y la práctica son indispensables para un aprendizaje eficiente. Pero para quienes aprenden incorrectamente, la experiencia únicamente confirma los errores y la práctica consolida los malos hábitos. De esta forma la experiencia y la práctica se pueden convertir en elementos esenciales de aprendizajes negativos. Además esta forma de actuar puede ser antieconómica y puede causar accidentes e incluso el menoscabo de la imagen (Núñez, 1998). Las operaciones deberán ser tareas de rutina, proveer de educación y capacitación a los empleados y contar con procedimientos formales para identificar oportunidades de mejoramiento (Cantú, 2001).

Un estudio de tiempos consiste en el establecimiento de estándares de tiempos tomando en cuenta las tolerancias. Casi todos los trabajos se pueden desarrollar a diferentes ritmos, por lo que se debe escoger un ritmo razonable que sea denominado estándar. El hecho de elegir implica criterio, y se hace con el fin de que la productividad sea mayor y más económica (Hernández, 1989). Los tiempos estándar pueden ser determinados por: estimaciones, registros históricos y medición del trabajo. Estos dos últimos son mucho más exactos que el de estimaciones basadas en meros juicios o apreciaciones personales (Niebel, 1996). Los estudios de tiempos pueden tener mucha aplicabilidad en lo que es los sistemas de pagos por primas, usarlos para estimar los tiempos de operaciones similares en otros productos y se pueden usar para realizar balances de línea.

Un balance de línea sirve para minimizar la cantidad total de tiempo ocioso, o lo que es lo mismo minimizar el número de operadores que harán una cierta cantidad de trabajo con una velocidad dada en la línea de ensamble (Salvendy, 1991). Se busca ajustar el flujo por el cuello de botella con la demanda del mercado. La experiencia muestra que la productividad del sistema está marcada por los cuellos de botella, hay que hacer que éstos (y con ellos todo el sistema) coincidan con el flujo de la demanda. Una hora perdida en un cuello de botella significa una hora perdida para todo el sistema. De manera que cuando se necesite aumentar la capacidad de la empresa para acercarla a la demanda, esto implique explotar sólo los cuellos de botella (Niebel, 1996). En muchas ocasiones las empresas intentan aumentar la capacidad de tal o cual recurso esperando con ello ser más "competitivo" cuando en realidad no es precisamente la mejor alternativa. Una hora ganada en un no cuello de botella es un espejismo porque "ahorrar" tiempo en los no cuello de botella no aumenta el rendimiento del sistema para nada. El tiempo y el dinero ahorrado ahí son una ilusión, en otras palabras, si se intenta ocupar todo el tiempo de los recursos que no sean cuello de botella se produce más inventario y más gastos de operación pero no más facturación. La mayor eficiencia de la empresa en su conjunto traerá una mayor fluidez y sincronización entre los recursos. O lo que es lo mismo que los recursos no cuello de botella no produzcan más rápido de lo que pueden absorber los cuellos de botella (Salvendy, 1991).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano (P.I.C.Z), Departamento de Francisco Morazán, Honduras. La P.I.C.Z. incluye tres áreas principales: área de sacrificio, área de desposte y área de procesamiento, siendo esta última donde se realizó este trabajo. El área de procesamiento incluye un cuarto para almacenamiento de condimentos, aditivos y empaques para el producto; un área de empacado al vacío; área central donde se ubica el equipo y se procesan los embutidos; área de rebanado y empaque del producto; dos cuartos fríos para almacenamiento de materia prima y uno de producto terminado y por último el área de ahumado, cocción y enfriamiento de producto.

#### **3.2. MATERIALES**

- Se utilizó un reloj digital con minuterero y segundero para poder medir los tiempos. No se midieron las centésimas de segundos porque el estudio no incluye micro movimientos.
- Balanza con capacidad de 27.2 kg.
- Molino de carne eléctrico con capacidad de 27.2 kg de carne por minuto con discos intercambiables de diferente diámetro de salida para regular el tamaño de partícula.
- Mezcladora de carne eléctrica con capacidad de 68.19 kg por carga.
- Embutidora de pistón con capacidad de 45.46 kg y con velocidad de embutido variable, depende del producto.
- Masajeadora de carne al vacío eléctrica con capacidad de 90.92 kg por carga que trabaja en el cuarto frío a temperaturas que oscilan entre 2-4°C; programable a ciclos de 12 h con 15 min de trabajo, 15 min de descanso.
- Balanza electrónica para ingredientes en polvo con capacidad de 2.73 kg.
- "Cutter" para preparar emulsiones con capacidad de 45,46 kg por tanda.
- Ahumador de 181.84 kg de capacidad.

### **3.3. MÉTODOS**

#### **3.3.1. Definición de variables**

Las variables a medir fueron:

- Tiempo de trabajo de dos operarios de la planta trabajando en los procesos de elaboración de 68.19 kg de chorizo criollo, 90.92 kg de jamón de cerdo y 90.92 kg salami imperial (operarios).
- Tiempo de trabajo de un operario de la planta interactuando con seis estudiantes en los procesos de elaboración de 68.19 kg de chorizo criollo, 90.92 kg de jamón de cerdo y 90.92 kg salami imperial. Estos están divididos en dos grupos de trabajo, uno de tres estudiantes y un operario y el otro formado por tres estudiantes (interacción).
- Tiempo de trabajo de seis estudiantes divididos en dos grupos trabajando en los procesos de elaboración de 68.19 kg de chorizo criollo, 90.92 kg de jamón de cerdo y 90.92 kg salami imperial (estudiantes). Es importante aclarar que esta variable no es un evento normal y sólo se realizó como comparativo.

Es importante recalcar que el enfoque de este estudio es analizar los tiempos en la misma línea de producción. En la variable “tiempo de trabajo interacción”, el elemento operario es distinto al elemento operarios de la variable “tiempo de trabajo operarios” debido a que en esta última son dos. No es objetivo de este estudio analizar los efectos que las unidades operarios y estudiantes tienen sobre la interacción de los mismos. Se definieron de esta forma estas variables porque estas son las condiciones reales que se dan en la P.I.C.Z. Se tomaron 68.19 Kg de chorizo criollo porque esta es la cantidad que se prepara de este producto en cada tanda. Se tomaron 90.92 kg de salami imperial y de jamón de cerdo porque esta es la cantidad preparada en cada tanda para poder ajustarse a la capacidad del ahumador.

#### **3.3.2. Proceso de toma de tiempos**

Para tomar los tiempos es necesario conocer las operaciones por lo que se elaboraron cursogramas sinópticos para los tres procesos, los cuales son diagramas que presentan un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones y el tiempo invertido en cada una de ellas (Cantú, 2001). La simbología utilizada para los cursogramas es la misma que se utiliza en un diagrama de flujo de proceso. Además, se realizaron diagramas hombre-máquina para tener una mejor comprensión de cómo se lleva a cabo cada actividad. Estos procesos se realizan entre dos personas cuando trabajan los operarios, o dos grupos cuando trabajan con los estudiantes y dos grupos cuando sólo están los estudiantes. Cada operación fue dividida en elementos para poder facilitar la toma de datos y el procesamiento de los mismos.

Antes de iniciar la toma de tiempos se realizó una explicación a los operarios de lo que se pretendía hacer. Además de indicarles que podían sugerir ideas que les faciliten la realización de su trabajo. La medición de tiempos se realizó con un cronómetro digital de

forma acumulativa para reducir errores en la toma de tiempos (O.I.T., 1980) y se realizó durante las horas de trabajo de la planta (6:30 a.m. a 2:30 p.m.) los días miércoles, jueves y viernes, que generalmente corresponden a los días en que se elaboran los productos escogidos para este estudio. Cada movimiento realizado para la elaboración de estos productos fue registrado y medido, desde el momento en que se selecciona la carne hasta el momento en que se almacena el producto en el cuarto frío. La toma de tiempos de esta forma permite calcular los tiempos por operación para el cursograma sinóptico además calcular los tiempos para cada elemento de proceso.

### **3.3.3. Definición de los elementos de proceso**

Un elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis (O.I.T.,1980). Es necesario tener cuidado con la definición de los límites o puntos terminales de los elementos para no incurrir en errores o para que puedan ser utilizados para otros estudios (Salvendy, 1991). Los elementos de cada operación por cada proceso se definen a continuación:

#### **3.3.3.1. Elementos de proceso de elaboración de chorizo Criollo**

- a) Selección y pesado de carne, comprende el tiempo empleado en seleccionar la carne en el cuarto frío, pesar y acomodar la carne pesada en un carro estante. Pesado e hidratación de la soya.
- b) Pesar ingredientes secos, comprende la revisión de la receta, el pesado de los ingredientes secos y el mezclado de los condimentos en una bolsa plástica.
- c) Moler la carne, comprende el armado del molino, transporte de la carne al molino, la molienda y el transporte a los estantes para luego ser transportada a la mezcladora.
- d) Mezclar los elementos secos con la carne molida, comprende el tiempo en que la carne es transportada a la mezcladora, la mezcla con los condimentos, el pesado y añadido del vinagre y termina cuando la mezcla adquiere una apariencia uniforme.
- e) Embutir
  - Cargar embutidora, comprende el tiempo empleado en preparar la embutidora y llenarla con la mezcla.
  - Embutir, comprende acomodar la tripa en la embutidora y llenarla con la mezcla.
- f) Amarrar el embutido, comprende amarrar el embutido para darle forma.

#### **3.3.3.2. Elementos de proceso para elaboración de salami imperial**

- a) Selección y pesado de carne, comprende el tiempo empleado en seleccionar la carne en el cuarto frío, pesar y acomodar la carne en un carro estante.

- b) Pesar ingredientes secos, comprende la revisión de la receta y el pesado de los ingredientes secos.
- c) Moler la carne, comprende el transporte de la carne al molino, molerla y acomodarla en un carro estante.
- d) Preparar la emulsión, comprende cargar el cutter con la carne molida, añadir los ingredientes sólidos y emulsificar.
- e) Mezclar la emulsión con la carne molida comprende transportar la pasta del cutter y la carne molida a la mezcladora y el mezclado.
- f) Embutir el producto.
  - Cargar embutidora, comprende el tiempo empleado en preparar la embutidora y llenarla con la mezcla.
  - Embutir, comprende acomodar la tripa en la embutidora y llenarla con la mezcla.
- g) Ahumado comprende colgar el producto en el estante y el transporte al ahumador, la cocción en el ahumador y el enfriado por las duchas del ahumador.

### **3.3.3.3. Elementos de proceso de elaboración de jamón de cerdo**

- a) Selección y pesado de carne comprende el tiempo empleado en seleccionar la carne en el cuarto frío, pesar y acomodar la carne en un carro estante.
- b) Moler la carne, comprende armar el molino, el transporte de la carne al molino, moler la carne y acomodarla en un estante.
- c) Preparar salmuera, comprende el tiempo empleado en pesar los condimentos, la bolsa con agua, y mezclarlos.
- d) Acondicionar masajeadora, comprende el tiempo empleado en llenar la masajeadora con la carne, la salmuera y el hielo. Además el tiempo de sellado de la máquina y dar las condiciones de vacío. Por ultimo transporte al cuarto frío donde se activa el programa.
- e) Masajear comprende un periodo de 12 h.
- f) Enmoldar, comprende el tiempo que se requiere para sacar la máquina del cuarto frío, alistar los moldes y llenarlos con la pasta.
- g) Cocción en marmita comprende el tiempo empleado en cocer el jamón en la marmita.
- h) Enfriado del jamón en la tina, una hora como mínimo hasta 16 h cuando se deja en la tina.

### **3.3.4. Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (prueba F) por cada elemento y se comparó el tiempo de los dos operarios, el de el trabajo en conjunto de un operario con seis estudiantes, y el de los seis estudiantes en el proceso de elaboración de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo. Se identificaron los elementos del proceso donde existía una diferencia significativa en tiempo de trabajo de los tres tipos de mano de obra (estudiante, trabajo en

conjunto operario estudiante, operario). Además se encontró que tipo de mano de obra resultó ser mejor, que las otras (prueba SNK). Se realizaron tres repeticiones de la medición del tiempo de elaboración de chorizo criollo para cada variable. Se hizo lo mismo para salami imperial, y jamón de cerdo, totalizando 27 mediciones. Se utilizó el programa estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System).

### 3.3.5. Identificación de cuellos de botella

Para identificar los cuellos de botella se utilizaron principios balances de línea para cada producto. La eficiencia de una línea es la relación del número total de minutos estándares al número total de minutos estándares asignados, es decir:

$$E = \frac{\sum_1^n M.E.}{\sum_1^n M.E.A}$$

$E$ = Eficiencia

$M.E.$ = Minutos estándares por operación

$M.E.A.$ = Minutos estándares asignados por operación

Los minutos estándares por operación son el tiempo empleado en la realización de cada operación. Los minutos estándares asignados por operación son asignados a las estaciones de trabajo y su valor será igual al tiempo estándar de la estación que requiera más tiempo, ya que está es la que define la velocidad de toda la línea. Es claro que si se puede economizar tiempo en esta operación, toda la línea experimentará una reducción de tiempo y la eficiencia aumentará proporcionalmente al número de estaciones de trabajo. Se debe explotar los cuellos de botella para obtener una mayor fluidez en la línea de proceso.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. TIEMPOS DE ELEMENTOS

Los cursogramas sinópticos permiten conocer las operaciones realizadas en los procesos de elaboración de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo y se encuentran en los Anexos 2, 3 y 4, respectivamente. Estos diagramas representan la sucesión de las operaciones y el tiempo invertido en cada una de ellas. Los resultados del análisis estadístico por cada elemento de proceso (Anexo 5), comparando el tiempo de trabajo de los operarios solos, el del trabajo en conjunto de los operarios y estudiantes (interacción), y el de los estudiantes en el proceso de elaboración de chorizo criollo (Cuadro 2), salami imperial (Cuadro 3) y jamón de cerdo (Cuadro 4) se presentan a continuación. Los valores son los promedios de las observaciones y aquellos con letra diferente son diferentes ( $P < 0.01$ ). Sólo en el salami imperial se observa que en el proceso de preparar emulsión y ahumado no hay diferencia estadística, debido a que durante la operación de emulsificado no deben excederse ciertos rangos de temperatura. En el caso del ahumado del salami imperial, esta operación depende del ahumador. Para el jamón de cerdo, el masaje es de 12 h por las especificaciones de la masajeadora.

Cuadro 2. Tiempos de los elementos de proceso de chorizo criollo.

Elementos	Tiempo en minutos		
	Operarios	Estudiantes	Interacción de ambos
Pesar ingredientes secos	11.90 <sub>c</sub>	27.28 <sub>a</sub>	22.76 <sub>b</sub>
Seleccionar y pesar carne	7.75 <sub>b</sub>	21.25 <sub>a</sub>	17.45 <sub>a</sub>
Moler la carne	8.53 <sub>c</sub>	24.61 <sub>a</sub>	18.05 <sub>b</sub>
Mezcla carne y condimentos	25.62 <sub>b</sub>	35.52 <sub>a</sub>	32.27 <sub>a</sub>
Embutir producto			
• Cargar embutidora	11.17 <sub>b</sub>	17.34 <sub>a</sub>	17.03 <sub>a</sub>
• Embutir	34.42 <sub>b</sub>	72.32 <sub>a</sub>	60.25 <sub>a</sub>
Amarrar el embutido	65.01 <sub>c</sub>	84.51 <sub>a</sub>	75.62 <sub>b</sub>

Valores con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0.01$ ).

Cuadro 3. Tiempos de los elementos de proceso de salami imperial.

Elementos	Tiempo en minutos		
	Operarios	Estudiantes	Interacción de ambos
Pesar ingredientes secos	5.42 <sub>c</sub>	14.66 <sub>a</sub>	10.17 <sub>b</sub>
Pesar carne	7.73 <sub>c</sub>	17.78 <sub>a</sub>	12.66 <sub>b</sub>
Moler carne	16.34 <sub>c</sub>	29.39 <sub>a</sub>	22.93 <sub>b</sub>
Preparar emulsión	8.59 <sub>a</sub>	9.24 <sub>a</sub>	8.92 <sub>a</sub>
Mezclado	14.88 <sub>b</sub>	20.33 <sub>a</sub>	18.53 <sub>a</sub>
Embutir producto			
• Cargar embutidora	9.63 <sub>c</sub>	15.57 <sub>a</sub>	12.74 <sub>b</sub>
• Embutir	20.23 <sub>c</sub>	55.94 <sub>a</sub>	38.81 <sub>b</sub>
Ahumado	215.81 <sub>a</sub>	216.81 <sub>a</sub>	215.59 <sub>a</sub>

Valores con diferente letra difieren significativamente (P<0.01).

Cuadro 4. Tiempos de los elementos de proceso de jamón de cerdo.

Elementos	Tiempo en minutos		
	Operarios	Estudiantes	Interacción de ambos
Pesar carne	4.56 <sub>c</sub>	10.59 <sub>a</sub>	7.85 <sub>b</sub>
Moler carne	5.45 <sub>b</sub>	10.32 <sub>a</sub>	7.42 <sub>b</sub>
Preparar salmuera	19.62 <sub>c</sub>	30.99 <sub>a</sub>	24.43 <sub>b</sub>
Acondicionar masajeadora	10.32 <sub>c</sub>	16.31 <sub>a</sub>	13.79 <sub>b</sub>
Masaje	12 h	12 h	12 h
Enmoldar	39.62 <sub>c</sub>	54.71 <sub>a</sub>	49.10 <sub>b</sub>
Cocción en marmita	271.42	271.42	271.42
Enfriado	60	60	60

Valores con diferente letra difieren significativamente (P<0.01).

El tiempo que se demora en elaborar una tanda de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo con los diferentes tipos de mano de se resumen en el Cuadro 5. Cada uno de estos tiempos está referenciado a un diagrama hombre-máquina que detalla el tiempo invertido en cada actividad durante el proceso. El diagrama hombre-máquina para la elaboración de chorizo criollo (Anexo 6) y salami imperial (Anexo 7) detallan los tiempos dedicados al proceso. En el caso del jamón de cerdo el proceso empieza un día y termina el otro por la operación de masajeado (Anexo 8). El tiempo que se presenta es el tiempo necesario de proceso. La limitante de los horarios de trabajo no permite que el producto este listo en 18 h (1077 min) sino que son necesarias 24 h para poder realizar una tanda de este producto. A lo largo del proceso de producción hay operaciones donde no se requiere mano de obra, por lo que el tiempo de elaboración de una tanda de chorizo criollo difiere del tiempo de uso de mano de obra durante ese proceso. Esta situación se aplica al salami imperial y jamón de cerdo. El Cuadro 6 presenta los tiempos invertidos en el supuesto de que una sola persona realizara todo el proceso.

Cuadro 5. Tiempo invertido en los procesos de elaboración de chorizo criollo, salami imperial, jamón de cerdo.

	<b>Tiempo en minutos</b>		
	<b>Chorizo criollo</b>	<b>Salami imperial</b>	<b>Jamón de cerdo</b>
<b>Operarios</b>	129	290	1,126
<b>Estudiantes</b>	171	343	1,251
<b>Interacción</b>	146	323	1,137

Cuadro 6. Tiempo necesario de mano de obra para la elaboración de chorizo criollo, salami imperial, jamón de cerdo.

	<b>Tiempo en minutos</b>		
	<b>Chorizo criollo</b>	<b>Salami imperial</b>	<b>Jamón de cerdo</b>
<b>Operarios</b>	159.0	119.03	107.1
<b>Interacción</b>	253.0	179.50	123.7
<b>Estudiantes</b>	282.8	225.20	145.5

## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA

### 4.2.1. Cuello de botella de chorizo criollo

Para identificar los cuellos de botella en la elaboración de chorizo criollo se utilizaron los principios de un balance de línea para los operarios, para la interacción de ambos y para los estudiantes. La eficiencia es un indicador que permite ver cuantos minutos corresponden a esperas totales del tiempo de producción.

Para chorizo criollo, cuando la mano de obra está formada por operarios, el cuello de botella es la operación de amarrado del embutido y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 57.86 min de esperas (Cuadro 7).

Para este mismo producto, cuando la mano de obra está formada por el trabajo en conjunto operario-estudiante (interacción), el cuello de botella es la operación de embutir y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 47.51 min de esperas (Cuadro 8).

Por último, cuando la mano de obra está formada por los estudiantes, el cuello de botella es la operación de embutir y la eficiencia indica que de cada 100 minutos de trabajo en la línea hay 47.43 min de esperas (Cuadro 9). Se observa que hay una reducción de los tiempos de esperas, pero no se deben a mejoras en el proceso, sino a que demoran más tiempo por actividad.

Cuadro 7. Balance de línea para chorizo criollo con los operarios.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesado de ingredientes secos	11.9	53.11	65
Seleccionar y pesar carne	7.75	57.26	65
Moler la carne	8.53	56.48	65
Mezcla carne y condimentos	25.62	39.39	65
Embutir	45.59	19.42	65
<b>Amarrar el embutido</b>	<b>65.01</b>	<b>0</b>	<b>65</b>
Totales	164.4		390

$$Eficiencia = \frac{164}{390} * 100 = 42.14\%$$

Cuadro 8. Balance de línea para chorizo criollo con la interacción.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
pesado de ingredientes secos	22.76	54.53	77.29
Seleccionar y pesar carne	17.45	59.84	77.29
Moler la carne	18.05	59.24	77.29
Mezcla carne y condimentos	32.27	45.02	77.29
<b>Embutir</b>	<b>77.29</b>	<b>0</b>	<b>77.29</b>
Amarrar el embutido	75.62	1.67	77.29
Totales	243.45		463.74

$$Eficiencia = \frac{243.45}{463.74} * 100 = 52.49\%$$

Cuadro 9. Balance de línea para chorizo criollo con los estudiantes.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesado de ingredientes secos	27.28	33.29	89.66
Seleccionar y pesar carne	21.25	34.97	89.66
Moler la carne	24.61	32.82	89.66
Mezcla carne y condimentos	35.52	25.84	89.66
<b>Embutir</b>	<b>89.66</b>	<b>0</b>	<b>89.66</b>
Amarrar el embutido	84.51	38.94	89.66
Totales	282.84		537.96

$$Eficiencia = \frac{282.84}{537.96} * 100 = 52.57\%$$

#### 4.2.2. Cuello de botella de salami imperial

Al igual que para chorizo criollo se utilizaron los principios de un balance de línea para hallar los cuellos de botella con los tres tipos de mano de obra. La eficiencia es un indicador que permite ver cuantos minutos corresponden a esperas del total del tiempo de producción.

Para salami imperial, cuando la mano de obra está formada por los operarios, el cuello de botella es la operación de embutir y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 80.26 min de esperas (Cuadro 10). La operación de ahumado es la que más tiempo requiere y es la que define la velocidad de la línea.

Para el mismo producto, cuando la mano de obra está formada por la interacción, el cuello de botella es la operación de embutir y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 77.46 min de esperas (Cuadro 11). La operación de ahumado es la que define la velocidad de la línea.

Por último, cuando la mano de obra está formada por los estudiantes, el cuello de botella es la operación de ahumado y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 74.92 min de esperas (Cuadro 12). La reducción en las esperas se debe a que a los estudiantes les toma más tiempo realizar una actividad dentro del proceso de manufactura. Un mayor valor de la eficiencia no indica una mejora en el proceso.

Cuadro 10. Balance de línea para salami imperial con los operarios.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	7.73	209.08	216.81
Pesar condimentos en polvo	5.42	211.39	216.81
Moler carne	16.34	200.47	216.81
Preparar emulsión	8.59	208.22	216.81
Mezclado	14.88	201.93	216.81
Embutir mezcla	29.86	186.95	216.81
<b>Ahumado</b>	<b>216.81</b>	<b>0</b>	<b>216.81</b>
Totales	299.63		1,517.67

$$Eficiencia = \frac{299.63}{1,517.67} * 100 = 19.74\%$$

Cuadro 11. Balance de línea para salami imperial con la interacción.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	12.66	203.15	215.81
Pesar condimentos en polvo	10.17	205.64	215.81
Moler carne	22.93	192.88	215.81
Preparar emulsión	8.92	206.89	215.81
Mezclado	18.53	197.28	215.81
Embutir mezcla	51.55	164.26	215.81
<b>Ahumado</b>	<b>215.81</b>	<b>0</b>	<b>215.81</b>
Totales	340.57		1,510.67

$$Eficiencia = \frac{340.57}{1510.67} * 100 = 22.054\%$$

Cuadro 12. Balance de línea para salami imperial con los estudiantes.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	17.78	197.81	215.59
Pesar condimentos en polvo	14.66	200.93	215.59
Moler carne	29.39	186.20	215.59
Preparar emulsión	9.24	206.35	215.59
Mezclado	20.33	195.26	215.59
Embutir mezcla	71.51	144.08	215.59
<b>Ahumado</b>	<b>215.59</b>	<b>0</b>	<b>215.59</b>
Totales	378.50		1,509.13

$$Eficiencia = \frac{378.5}{1,509.13} * 100 = 25.08\%$$

#### 4.2.3. Cuello de botella de jamón de cerdo

Al igual que para chorizo criollo y salami imperial, se utilizaron los principios de un balance de línea para hallar los cuellos de botella con los tres tipos de mano de obra. La

eficiencia es un indicador que permite ver cuantos minutos corresponden a esperas del total del tiempo de producción.

Para jamón de cerdo, cuando la mano de obra está formada por los operarios, el cuello de botella es la operación de masaje y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 78.76 min de esperas (Cuadro 13). La operación de masaje es la que más tiempo requiere y es la que define la velocidad de la línea. Esta operación se realiza en el horario que no se trabaja, por la noche. Tiene una duración de 12 h y es necesario esperar hasta el día siguiente para reiniciar actividades en esta línea.

Para jamón de cerdo, cuando la mano de obra está formada por la interacción, el cuello de botella es la operación de masaje y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 78.3 min de esperas (Cuadro 14). La operación de masaje es la que más tiempo requiere y es la que define la velocidad de la línea, Esta operación se realiza en el horario que no se trabaja, por la noche. Tiene una duración de 12 h y es necesario esperar al día siguiente para reiniciar actividades.

Cuando la mano de obra está formada por los estudiantes, el cuello de botella es la operación de masaje y la eficiencia indica que de cada 100 min de trabajo en la línea hay 77.3 min de esperas (Cuadro 15). Al igual que en las otras condiciones, la operación de masaje es la que más tiempo requiere y es la que define la velocidad de la línea.

Cuadro 13 Balance de línea para jamón de cerdo con los operarios.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	4.56	715.44	720
Moler carne	5.45	714.55	720
Preparar salmuera	19.62	700.38	720
Acondicionar masajeadora	10.32	709.68	720
<b>Masaje</b>	<b>720.00</b>	<b>0</b>	<b>720</b>
Enmoldar	39.62	680.38	720
Cocción en marmita	271.42	448.58	720
Totales	1,070.99		5,040

$$Eficiencia = \frac{1,070.99}{5,040} * 100 = 21.24\%$$

Cuadro 14 Balance de línea para jamón de cerdo con la interacción.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	7.85	712.15	720
Moler carne	7.42	712.58	720
Preparar salmuera	24.43	695.57	720
Acondicionar masajeadora	13.79	706.21	720
<b>Masaje</b>	<b>720.00</b>	<b>0</b>	<b>720</b>
Enmoldar	49.10	670.90	720
Cocción en marmita	271.42	448.58	720
Totales	1,094.01		5,040

$$Eficiencia = \frac{1,094.01}{5,040} * 100 = 21.70\%$$

Cuadro 15. Balance de línea para jamón de cerdo con los estudiantes.

Elementos	Minutos estándar por operación	Tiempo de espera basado en el elemento mas lento	Minutos estándar asignados
Pesar carne	10.59	709.41	720
Moler carne	10.32	709.68	720
Preparar salmuera	30.99	689.01	720
Acondicionar masajeadora	16.31	703.69	720
<b>Masaje</b>	<b>720.00</b>	<b>0</b>	<b>720</b>
Enmoldar	54.71	665.29	720
Cocción en marmita	271.42	448.58	720
Totales	1,114.33		5,040

$$Eficiencia = \frac{1,114.33}{5040} * 100 = 22.70\%$$

La operación de cocción en marmita es la que más tiempo demora y define la velocidad de la línea. Por ser una operación en la que no interviene la mano de obra y depende de las especificaciones del producto, se cuestiona si esta operación es un cuello de botella. No se puede separar las operaciones del proceso para realizar un balance de línea, por lo

que si es un cuello de botella. Además el equipo puede ser cambiado por otro con mejores características de transferencia de calor que reduzca el tiempo de esta operación.

## 5. CONCLUSIONES

- La habilidad de una persona en un proceso de aprendizaje (alumnos) aumenta en forma significativa el tiempo de elaboración de chorizo criollo, salami imperial, jamón de cerdo.
- Para la elaboración de chorizo criollo, salami imperial y jamón de cerdo, el tiempo de trabajo más corto es de los operarios, seguida por la interacción de ambos y por último el tiempo de los estudiantes trabajando solos. Esto se debe a una clara diferencia en destreza entre operario y estudiante.
- Para jamón de cerdo y salami imperial el cuello de botella no depende de la mano de obra, sino de la capacidad de los equipos de procesamiento.
- Para la elaboración de chorizo criollo el cuello de botella depende de la mano de obra, por lo que se pueden realizar cambios para agilizar la velocidad de esta operación.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se debe considerar la opción de automatizar la operación de amarrado de chorizo criollo y embutido para reducir los tiempos de espera prolongados que actualmente pueden afectar la calidad del producto final por aumento de las cargas microbianas.
- Se deba dar un mantenimiento periódico a la embutidora ya que presenta problemas en el pedal y afecta el tiempo de embutido.
- Realizar estudios similares para el resto de productos de la planta.
- Actualizar los costos de producción con la información generada en este estudio.
- Utilizar los tiempos medidos para planificaciones futuras.
- Para reducir el tiempo de trabajo de las personas en proceso de aprendizaje, explicar por escrito y verbalmente los procesos y la ubicación de las herramientas y materiales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Cantú, H. 2001. Desarrollo de una cultura de calidad. 2 ed. México, McGraw Hill, 382 p.
- Drucke, P. 1999. El reto más grande. Estrategias y negocios. Mayo 1999:57-73
- Gutierrez, H. 2000 Calidad total y productividad. México, DF, McGraw Hill, 403 p.
- Hernández, J. 1989. Medidas de trabajo en la industria: Ingeniería de métodos. Honduras Ed. Universitaria.176 p.(colección docencia No. 53)
- Janania, A. Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos. Honduras, Editorial Universitaria,191 p. (colección docencia No. 48)
- Nievel, B. 1996. Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos. Trad F Paniagua. Santa Fe de Bogota, Alfaomega, 1203 p.
- Núñez, A. 1998. Capacitación para la calidad y la productividad. 2 ed. México. Trillas, 194 p.
- O.I.T. (Oficina Internacional del Trabajo). 1980. Introducción al estudio del trabajo. 3 ed. México, DF, Limusa, 450 p.
- Salvendy, G. 1991. Manual de ingeniería industrial. Trad. RG Perez. México, DF, Limusa, 1370 p.
- Velasco, C.1990. Construcción de un modelo de programación lineal para la planta de industrias cárnicas de la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ingeniero Agrónomo. Francisco Morazán, Honduras, El Zamorano. 62 p.

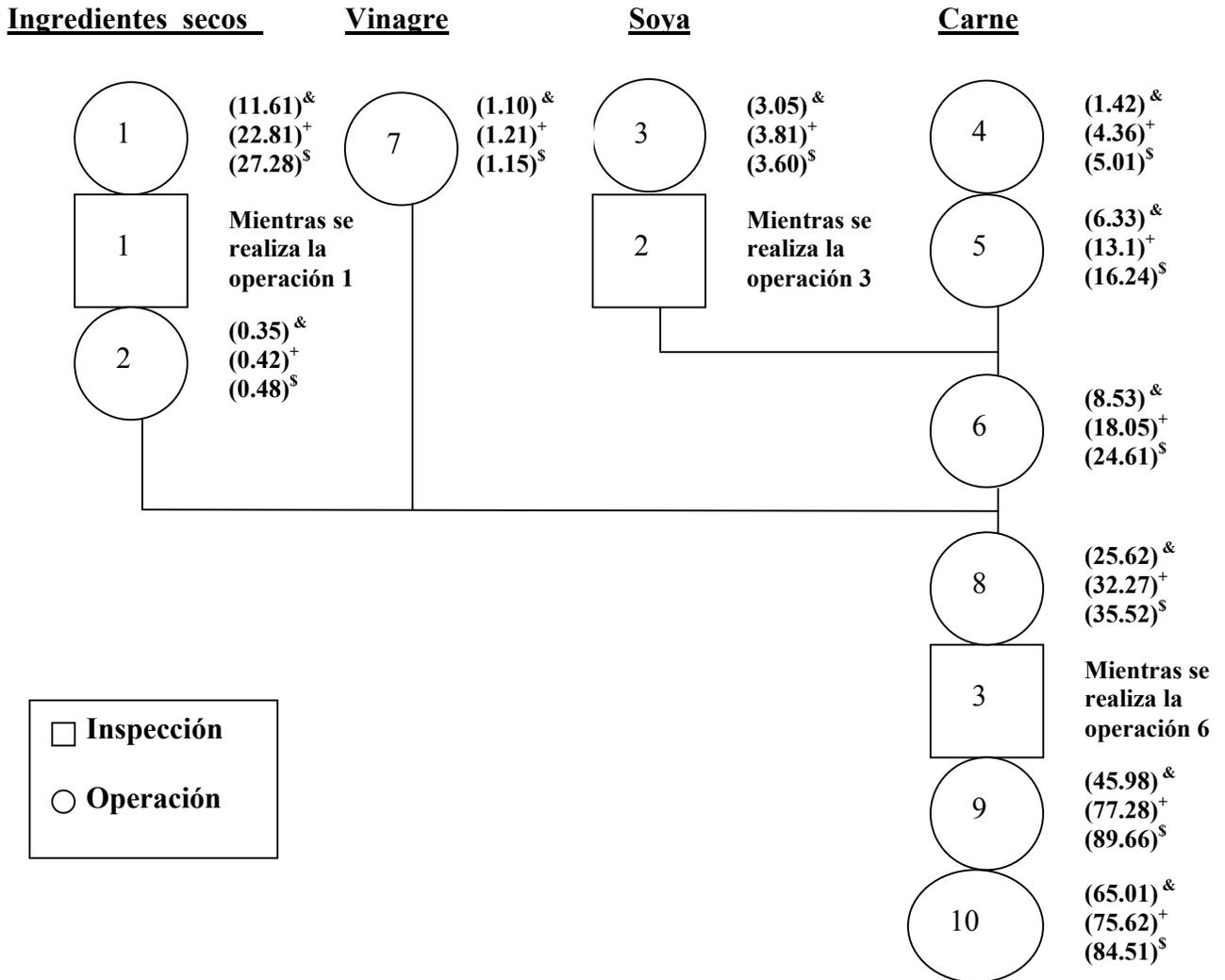
## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Kilogramos de producto elaborado en la planta de industrias cárnicas desde enero de 1998 hasta diciembre del 2001

Producto	Kilogramos de producto			
	1998	1999	2000	2001
<b>Chorizo Criollo</b>	4,647.94	4,882.06	4,977.87	6,914.92
<b>Jamón De Cerdo</b>	1,157.98	1,137.52	1,178.48	4,943.66
<b>Salami Imperial 3.5</b>	1,004.10	797.94	1,596.91	1,923.19
Hot Dog	670.08	609.16	2,252.09	1,574.28
Hamburguesa	283.42	605.07	478.75	1,184.12
Chorizo Ranchero	151.15	672.69	1,000.46	1,159.23
Jamón Virginia	579.27	853.74	539.61	1,080.13
Salame Imperial 1.5	716.68	637.35	428.44	977.62
Jamonada	1,052.17	801.91	1,352.05	830.78
Salchicha Country	367.54	381.98	480.97	550.52
Jamón De Res	625.30	1,159.00	1,981.12	483.69
Extra Dog	821.92	570.41	446.19	462.78
Salami Fuet	692.01	492.10	450.08	433.23
Milanesa Embutido	1,137.52	458.92	263.90	430.39
Copetines	342.31	385.73	230.37	421.41
Chorizo Campeño	1,496.43	1,716.68	2,873.41	410.39
Longaniza	632.69	821.12	789.07	391.87
Mortadela	912.38	314.92	2.27	255.14
Morcilla	307.99	511.43	356.29	230.03
Lyonar	641.67	455.74	294.13	167.41
Chorizo Español	1,223.56	1,005.80	804.37	119.45

Fuente: Registros de la P.I.C.Z. (2001). Adaptación del autor.

## Anexo 2. Cursograma sinóptico: Elaboración chorizo criollo \*



**Operación 1:** Pesar los . ingredietes secos

**Inspección 1:** Verificar que los ingredientes estén en las proporciones indicadas.

**Operación 2:** Mezclar los condimentos dentro de una bolsa plástica. Transportar a la mezcladora y añadirlo junto con la carne.

**Operación 3:** Pesar soya y agua y mezclar.

**Inspección 2:** Verificar que el agua y la soya estén bien mezcladas. Transportar a molino junto con la carne.

**Operación 4:** Seleccionar la carne del cuarto frío (4-5° Celsius).

\* Los tiempos están expresados en minutos en notación decimal.

&Tiempo de los operarios

+ Tiempo de la interacción operario estudiante

\$ Tiempo de los estudiantes

**Operación 5:** Pesar carne en balanza. La carne pesada pasa al molino de carne.

**Operación 6:** Moler la carne con disco de tres octavos. La carne molida pasa a la mezcladora.

**Operación 7:** Preparar y pesar el vinagre mientras se mezcla la carne. Transportar a mezcladora.

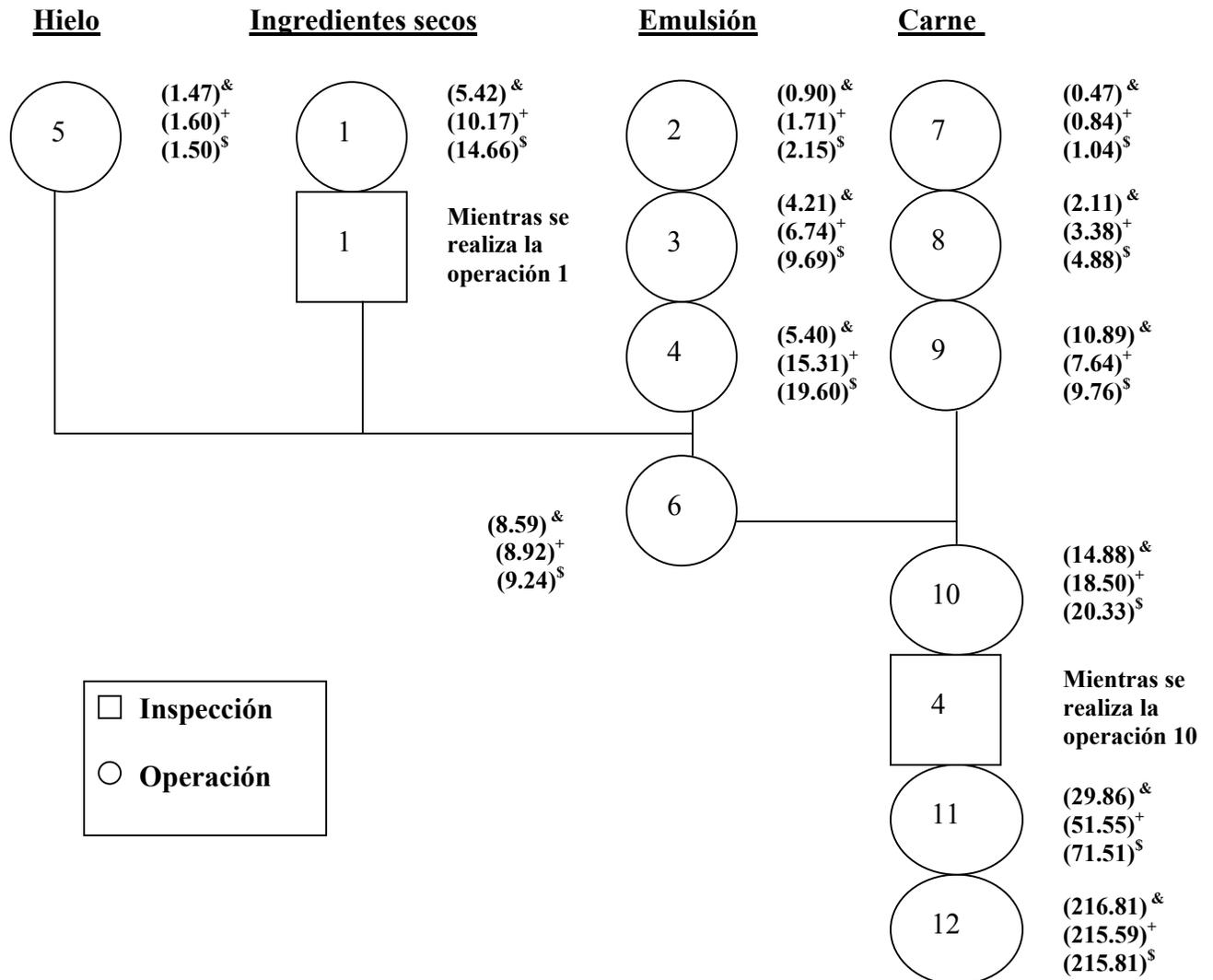
**Inspección 3:** Verificar que el mezclado sea uniforme.

**Operación 8:** Mezclar la carne con los condimentos en polvo y el vinagre. Transportar carne mezclada a embutidora.

**Operación 9:** Embutir en tripa de cerdo.

**Operación 10:** Amarrar para dar la forma final del producto. Transportar a cuarto frío para su almacenamiento antes de ser comercializado.

### Anexo 3. Cursograma sinóptico: Elaboración salami Imperial\*



**Operación 1:** Pesar ingredientes secos

**Inspección 1:** Verificar que los ingredientes estén en las proporciones indicadas.

Transportar a cutter.

**Operación 2:** Seleccionar carne de cerdo I y II del cuarto frío.

**Operación 3:** Pesar carne cerdo I y II. Transportar a molino.

**Operación 4:** Moler Carne de cerdo con disco 3/16. Transportar al "cutter".

**Operación 5:** Pesar hielo. Transportar al cutter.

\* Los tiempos están expresados en minutos en notación decimal

&Tiempo de los operarios

+ Tiempo de la interacción operario estudiante

\$ Tiempo de los estudiantes

**Operación 6:** Emulsionar la mezcla de ingredientes secos, hielo y la carne de cerdo I y II. Transportar a mezcladora. Se añaden en el siguiente orden:

1. Fosfato
2. Sal y nitritos
3. La mitad del hielo
4. Soya rosada junto con el resto de hielo
5. Condimentos
6. Pluscolor

**Operación 7:** Seleccionar carne de res I y II del cuarto frío.

**Operación 8:** Pesar carne de res I y II. Transportar a molino.

**Operación 9:** Moler la carne de res I y II por disco de 1/8. Transportar a mezcladora.

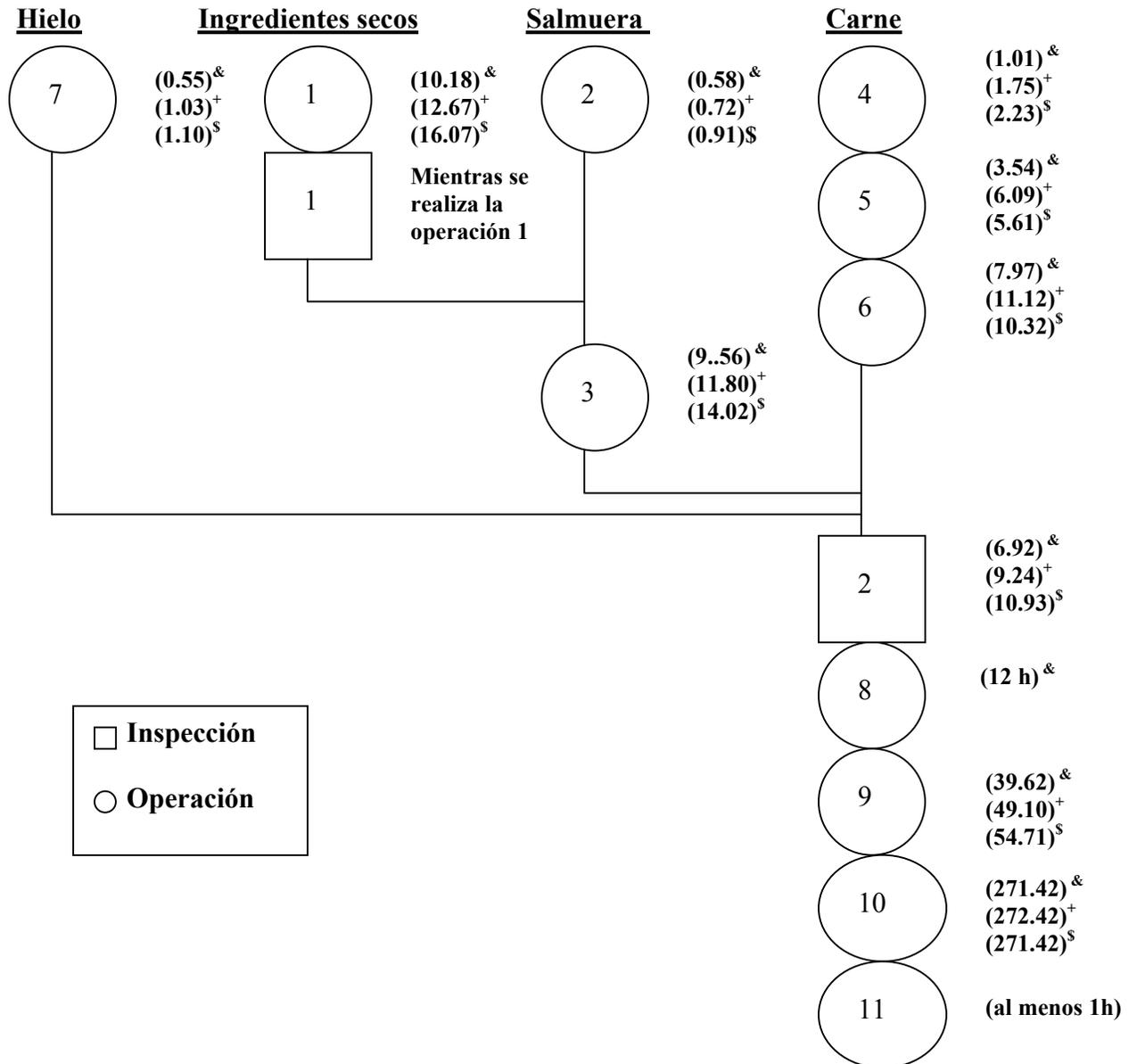
**Operación 10:** Mezclar la carne de cerdo I y II molida con la emulsión. Transportar la mezcla a la embutidora.

**Inspección 4:** Verificar la uniformidad de la mezcla.

**Operación 11:** Embutir la mezcla en bolsas de celulosa y amarrar. Transportar las barras al ahumador.

**Operación 12:** Ahumar el salami hasta que alcance una temperatura interna de 62°C. El producto se enfría con las duchas del ahumador. Transportar a cuarto frío para almacenamiento

## Anexo 4. Cursograma sinóptico: Elaboración jamón de cerdo \*



**Operación 1:** Pesar ingredientes secos. Transportar a la bolsa de plástico con agua.

**Inspección 1:** Verificar que los ingredientes estén en las proporciones indicadas.

**Operación 2:** Pesar agua en una bolsa de plástico.

**Operación 3:** Mezclar los ingredientes en polvo dentro de la bolsa plástica con agua. Se añaden en el siguiente orden:

\* Los tiempos están expresados en minutos en notación decimal

&Tiempo de los operarios

+ Tiempo de la interacción operario estudiante

\$ Tiempo de los estudiantes

1. Almidón de papa
2. Fosfato y carragenina
3. Primacure y sal
4. Mezcla para jamón
5. Especias

Una vez mezclados se añaden a la máquina masajeadora.

**Operación 4:** Seleccionar la carne (cerdo I) del cuarto frío (4°C) según la receta

**Operación 5:** Pesar carne en balanza. La carne pesada pasa al molino de carne.

**Operación 6:** Moler la carne con disco de tres cuartos. La carne molida es transportada a la máquina masajeadora.

**Operación 7:** Pesar hielo y añadirlo a máquina masajeadora.

**Inspección 2:** Verificar que la máquina masajeadora este bien cerrada, con -30 Kpa de presión y programada para que funcione un ciclo de 12 h. Transportar la máquina a un cuarto frío. Después del masaje.

**Operación 8:** Dar un masaje a la carne de 12 h con 15 min de masaje, y 15 min de descanso. Transportar el producto a la mesa de embutido al finalizar la operación.

**Operación 9:** Colocar 7.96 kg de la pasta en bolsas de plástico dentro de moldes de aluminio. Transportar a la marmita.

**Operación 10:** Cocer el jamón a 82.2°C por 4.5 h.

**Operación 11:** enfriar el producto en la tina por lo menos una hora, después trasladar a cuarto frío

**Anexo 5. Diagrama hombre-máquina para elaboración de chorizo criollo para los operarios (operarios).**

Tiempo	Operario 1	Operario 2	Molino	Mezcladora	Embutidora
9.92	Pesar ingredientes secos	Pesar carne			
13.3		Moler carne	Moler carne		
20.80	Mezclar				
	Pesar vinagre			Mezclar	
53.60					
54.40	Embutir mezcla				Embutir
104.00		Amarrar			
129.00					

**Diagrama hombre-máquina para elaboración de chorizo criollo para la interacción operario estudiante (interacción)**

Tiempo	Grupo 1	Grupo 2	Molino	Mezcladora	Embutidora
17.40	Pesar ingredientes secos	Pesar carne			
22.70		Moler carne	Moler carne		
35.50	Mezclar				
	Pesar vinagre			Mezclar	
67.70					
58.90	Embutir mezcla				Embutir
144.00		Amarrar			
146.00					

**Anexo 5 (Continuación). Diagrama hombre-máquina para elaboración de chorizo criollo para los estudiantes (estudiantes)**

Tiempo	Grupo 1	Grupo 2	Molino	Mezcladora	Embutidora
21.30	Pesar ingredientes secos	Pesar carne			
27.40		Moler carne	Moler carne		
45.90	Mezclar				
	Pesar vinagre			Mezclar	
81.40		<b>Demora</b>			
92.60	Embutir mezcla	Amarrar			Embutir
171.00					
177.00					







**Anexo 7. Diagrama hombre-máquina para elaboración de jamón de cerdo (Operario)**

Tiempo	Operario 1	Operario 2	Molino	Masaje	Marmita			
5.48	Pesar ingredientes secos	Pesar carne						
11.30		Moler carne	Moler carne					
12.50	Echar en agua ingrediente en polvo	Mezclar ingredientes en polvo con agua						
20.10						Pesar hielo		
20.70	Acondicionar masajeadora	Echar hielo y carne a masajeadora						
32.24	Actividad se suspende hasta el día siguiente	Actividad se suspende hasta el día siguiente				Masaje		
0.00						Meter pasta en moldes y meter a marmita		
42.70							Cocción	
314.00								

**Anexo 7 (Continuación). Diagrama hombre-máquina para elaboración de jamón de cerdo (interacción)**

Tiempo	Operario 1	Operario 2	Molino	Masaje	Marmita
7.85	Pesar ingredientes secos	Pesar carne			
		Moler carne	Moler carne		
12.70 15.30	Echar en agua ingrediente en polvo	Mezclar ingredientes en polvo con agua			
22.51	Pesar hielo				
23.67	Acondicionar masajeadora	Echar hielo y carne a masajeadora			
37.392 <b>12 h</b>	Actividad se suspende hasta el día siguiente	Actividad se suspende hasta el día siguiente		Masaje	
0.00	Meter pasta en moldes y meter a marmita				
49.10 320.00					Cocción

**Anexo 7 (Continuación). Diagrama hombre-máquina para elaboración de jamón de cerdo (estudiantes)**

Tiempo	Operario 1	Operario 2	Molino	Masaje	Marmita
10.60	Pesar ingredientes secos	Pesar carne			
		Moler carne	Moler carne		
16.00 20.90	Echar en agua ingrediente en polvo	Mezclar ingredientes en polvo con agua			
28.00					
29.10	Acondicionar masajeadora	Echar hielo y carne a masajeadora			
45.40 12 h	Actividad se suspende hasta el día siguiente	Actividad se suspende hasta el día siguiente		Masaje	
0.00	Meter pasta en moldes				
54.70					Cocción
326.00					