

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ORDEÑO  
MECÁNICO EN SALAS TIPO ESPINA DE PESCADO DE  
FINCAS AFILIADAS A LA CÁMARA DE PRODUCTORES  
DE LECHE DE GUATEMALA (CPLG)”**

**ISAAC MARCO VINICIO DE LA ROCA GUERRERO**

**Licenciado en Zootecnia**

**GUATEMALA, MARZO DE 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ORDEÑO MECÁNICO EN  
SALAS TIPO ESPINA DE PESCADO DE FINCAS AFILIADAS A LA  
CÁMARA DE PRODUCTORES DE LECHE DE GUATEMALA  
(CPLG)”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

**POR**

**ISAAC MARCO VINICIO DE LA ROCA GUERRERO**

Al conferirse el título profesional de

**Zootecnista**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, MARZO DE 2014**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Juan René Cifuentes López

**ASESORES**

**MA. SILVIA MARÍA ZEA DE ORTIZ**  
**MA. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ORDEÑO MECÁNICO EN SALAS TIPO ESPINA DE PESCADO DE FINCAS AFILIADAS A LA CÁMARA DE PRODUCTORES DE LECHE DE GUATEMALA (CPLG)”**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito a optar al título de:

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

Por ser mi resguardo, mi guía, mi luz y mi inspiración. Por brindarme la oportunidad de alcanzar una a una mis metas y caminar a mi lado cada día.

### **A MIS PADRES**

Marco Vinicio y Carmelita por haberme dado la oportunidad de recibir mis estudios universitarios y sobre todo por enseñarme la importancia de la unión familiar, la honestidad, la sinceridad y el amor inmensurable.

### **A MIS HERMANAS**

Marcela (Q.E.P.D.), Andrea y Gabriela por los momentos vividos, los consejos brindados y sus muestras de amor incondicional.

### **A MIS SOBRINOS**

Luisa Fernanda y Juan David por recordarme lo importante de sonreír, ser mi fuente de felicidad, y permitirme amarlos loca y desmedidamente.

### **A MI PRIMA**

Ana Lucía (Q.E.P.D.) por dejar una huella imborrable en mi vida, en mi mente y en mi corazón, por haber sido mi confidente y una hermana más.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA USAC Y FMVZ**

Por ser mi casa de estudios y formación académica a lo largo de los años que duró mi carrera.

### **A MIS ASESORES**

Silvia Zea, Enrique Corzantes, Carlos Saavedra e Ingrid Orellana por el tiempo invertido en esta investigación y los valiosos conocimientos aportados.

### **A MIS CATEDRÁTICOS**

Por transmitirme sus conocimientos en mis años de formación. Agradecimiento especial a la Licda. Astrid Valladares, Dra. Andrea Muñoz, Lic. Axel Godoy, Lesly Díaz por su especial apoyo en la etapa final de mi carrera.

### **A MIS TIOS**

Aurora (Q.E.P.D.), Mercedes, Ángel, Ramiro, Luva, Flor, Héctor, Azucena, Mauricio y María Elena por sus consejos y acompañamiento.

### **A MIS AMIGOS**

Fernanda, Ronald, Mike, Armando, Heidy, Gustavo, Claudia, Wendy, Jacobo, Danilo José, Alejandro, Lucía, Karla, Brenda y Mario; mi amor y respeto a cada uno de ustedes.

A LAS FAMILIAS

Galindo Rivera, Rivera Bocaletti, Castillo de León,  
Meza Recio, Salguero Quezada, Godoy Rosales,  
de la Roca Garavito, por su cercanía de años.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	2
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivo específico.....	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1 Cámara de productores de leche de Guatemala (CPLG).....	5
4.2 Lecherías tropicales especializadas.....	5
4.3 Ordeño mecánico.....	7
4.3.1 Ventajas y desventajas del ordeño mecánico.....	8
4.3.1.1 Ventajas.....	8
4.3.2.1 Desventajas.....	9
4.4 Salas de ordeño tipo espina de pescado.....	9
4.4.1 Ventas y desventajas de sala de ordeño tipo espina de pescado.....	10
4.4.1.1 Ventajas.....	10
4.4.1.2 Desventajas.....	11
4.5 Rutina de ordeño.....	12
4.5.1 El despunte.....	12
4.5.2 Limpieza de los pezones.....	13
4.5.2.1 El método mojado.....	13
4.5.2.2 El método seco.....	13
4.5.3 Extracción de la leche.....	14
4.5.4 Aplicación de sellador o "Dipping".....	14
4.6 Eficiencia de ordeño.....	14
4.6.1 Variables de tiempo.....	15
4.6.1.1 Tiempo de rutina (T.R.).....	15
4.6.1.2 Tiempo de unidad de ordeño (T.U.).....	17
4.6.2 Variables de eficiencia operativa.....	17
4.6.2.1 Vasos ordeñados/hombre/hora.....	18
<b>V. MATERIALES</b> .....	19
5.1 Localización.....	19
5.2 Materiales.....	21
5.3 Manejo del estudio.....	22
5.4 Variables medidas.....	23
5.4.1 Variables de tiempo.....	23
5.4.1.1 Tiempo de rutina de ordeño (T.R.).....	23

5.4.1.1.1	Tiempo de ingreso del animal.....	23
5.4.1.1.2	Tiempo de alimentación.....	23
5.4.1.1.3	Tiempo de despunte.....	23
5.4.1.1.4	Tiempo de lavado de pezones.....	23
5.4.1.1.5	Tiempo de aplicación de pre- sellador.....	24
5.4.1.1.6	Tiempo de colocación de peso- neras.....	24
5.4.1.1.7	Tiempo de retiro de pezoneras.....	24
5.4.1.1.8	Tiempo de aplicación de sellador...	24
5.4.1.1.9	Tiempo de salida del animal.....	24
5.4.1.2	Tiempo de unidad de ordeño (T.U.).....	24
5.4.1.2.1	Tiempo efectivo de ordeño (T).....	25
5.4.1.2.2	Tiempo muerto (T.M.).....	25
5.4.1.3	Hora de inicio de ordeño.....	25
5.4.1.4	Hora de finalización de ordeño.....	25
5.4.2	Variables de eficiencia operativa.....	26
5.4.2.1	Vacas ordeñadas/hombre/hora.....	26
5.4.2.2	Litros de leche/hombre/hora.....	26
5.5	Análisis estadístico.....	27
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
6.1	Variables de tiempo.....	28
6.1.1	Tiempo de rutina de ordeño (T.R.) (Segundo/vaca).....	28
6.1.2	Tiempo de unidad de ordeño (T.U.).....	29
6.2	Variables de eficiencia operativa.....	31
6.2.1	Vacas ordeñadas/hombre/hora.....	31
6.2.2	Litros de leche/hombre/hora.....	32
<b>VII.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
7.1	Variables de tiempo.....	33
7.1.1	Tiempo de rutina de ordeño (T.R.) (segundo/vaca).....	33
7.1.2	Tiempo de unidad de ordeño (T.U.).....	34
7.2	Variables de eficiencia operativa.....	35
7.2.1	Vacas ordeñadas/hombre/hora.....	35
7.2.2	Litros de leche.....	35
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>37</b>
<b>IX.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>38</b>
	<b>SUMMARY</b> .....	<b>39</b>
<b>XI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### **Tabla No. 1**

Diferencia entre distintos diseños de salas de ordeño.....11

### **Tabla No. 2**

Listado de las prácticas que integran una rutina de ordeño completa en instalaciones tipo brete a la par y espina de pescado.....16

### **Tabla No. 3**

T.U. estimado de acuerdo a la producción de leche por vaca.....17

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro No. 1**

Resultado promedio del tiempo de rutina de ordeño (T.R.) por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (76 segundos/vaca).....28

### **Cuadro No. 2**

Resultado promedio de tiempo unidad de ordeño (T.U.) por finca y su diferencia en relación al valor referencia.....30

### **Cuadro No. 3**

Vacas ordeñadas/hombre/hora promedio por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (40.1 vacas/hombre/hora).....31

### **Cuadro No. 4**

Litros de leche/hombre/hora promedios por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (195 litros/hombre/hora).....32

### **Cuadro No. 5**

Tiempo de rutina (T.R.) desglosado por finca.....47

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

### **Gráfica No.1**

T.R. promedio por finca versus valor de referencia (76 segundos/vaca).....29

### **Gráfica No. 2**

T.U. promedio por finca versus valor de referencia.....30

### **Gráfica No. 3**

Vacas ordeñadas/hombre/hora promedio por finca versus valor de referencia (40.1 vacas/hombre/hora).....31

### **Gráfica No. 4**

Litros de leche/hombre/hora promedio por finca versus valor de referencia (195 litros/hombre/hora).....32

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **Figura No. 1**

Pezionera de hule.....7

### **Figura No. 2**

Pulsador.....7

### **Figura No. 3**

Bomba de vacio.....8

### **Figura No. 4**

Sala/ordeño tipo espina de pescado.....9

## I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la producción de leche a nivel mundial ha presentado una evolución importante, la leche es producida por un menor número de vacas pero cada una de ellas con mayores rendimientos. Cambios estructurales han ocasionado un decremento en el número de producciones mientras que las aún existentes han crecido en tamaño y el uso de alta tecnología, convirtiéndose así en más eficientes. Todos estos avances se deben a una interacción entre varias disciplinas: genética, alimentación y manejo (Calhoun, 2001).

Dentro de las operaciones de manejo de las explotaciones lecheras encontramos la rutina de ordeño. La rutina de ordeño es un procedimiento importante que reúne una serie de pasos que se deben realizar para lograr obtener de forma rápida y eficiente, la mayor cantidad de leche posible y con la mejor calidad para el consumidor (Kruze, 1998). El ordeño es un esfuerzo de equipo en donde la vaca, la máquina y el operador interactúan de manera crítica. Si un elemento es pobremente manejado o deficiente, de alguna manera todo el sistema será deficiente (Cowtime Project, 2005).

Actualmente el sector lechero en Guatemala está atravesando una etapa importante debido a que existe una alta demanda de leche fluida a nivel mundial, por lo tanto es de suma importancia hacer del conocimiento de los productores los problemas que existen en las lecherías para que estos sean más eficientes en sus procesos y así prepararlos para los desafíos futuros del sector.

La Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CGPL) fue creada en 1,996 según el Acuerdo Ministerial 214 – 96, por el M.V. Carlos Tejada Valenzuela. Esta es una asociación que busca promover por cualquier medio lícito el mejoramiento social, económico y educativo de los productores lecheros y contempla dentro de sus objetivos: mejorar la eficiencia y calidad de los

productores de leche, por lo que evaluar la eficiencia de ordeño mecánico en salas tipo espina de pescado, contribuirá de gran manera al cumplimiento de este objetivo. Los resultados y recomendaciones generados de esta investigación, podrán ser aplicados en los planteles lecheros para hacer del proceso de ordeño un proceso eficiente, que mejorará las condiciones de cada productor, además de ayudar a obtener un producto de excelente calidad.

## **II. HIPÓTESIS**

La eficiencia de ordeño en las salas tipo espina de pescado es menor a los valores de referencia en cuanto al Tiempo de Rutina (T.R), Tiempo de Unidad de Ordeño (T.U.), Vacas ordeñadas/hombre/hora y Litros de leche/hombre/hora.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

Evaluar los principales factores que determinan la eficiencia de un ordeño mecánico en ganaderías de leche especializadas.

#### **3.2 Específicos:**

3.2.1.1 Determinar el Tiempo de Rutina (T.R.) mediante la medición del tiempo aplicado por cada operario en las prácticas previas al ordeño, posteriores al ordeño, entrada y salida del animal y tiempo total de ordeño.

3.2.1.2 Evaluar el Tiempo de Unidad de Ordeño (T.U.) mediante la medición del tiempo efectivo de ordeño y el tiempo perdido en el cual la unidad no extrae leche.

3.2.1.3 Medir las variables indicadoras de eficiencia operativa: Vacas ordeñadas/hombre/hora; y Litros de leche/hombre/hora.

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CPLG)**

La CPLG fue creada en 1,996 según Acuerdo Ministerial 214 – 96 por el M.V. Carlos Tejada Valenzuela. Es una asociación civil, privada, no lucrativa, apolítica y no religiosa, que busca promover por cualquier medio lícito el mejoramiento social, económico y educativo de los productores lecheros. En la actualidad hay un total de 270 asociados a nivel nacional y puede asociarse todo aquel que se dedique a la producción primaria de leche, no hay restricción de tamaño de explotación, posición económica, género, religión u origen.

Durante los años que lleva de funcionamiento la CPLG ha trabajado para formar un sector lechero eficiente que permita alcanzar la optimización de la producción lechera del país en términos de calidad y cantidad para lograr ser competitivos a nivel internacional. Dentro de sus objetivos específicos la CPLG plantea “mejorar la eficiencia y calidad de los productores de leche” por lo que se ha dado mucha importancia a trabajos de investigación que se orienten al cumplimiento de este objetivo.

Pese a su corta vida la CPLG ha logrado alcanzar algunos resultados que no se ven con frecuencia en otras entidades del sector ganadero. Actualmente la CPLG está ejecutando un proyecto con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo denominado “Fortalecimiento Organizacional y Mejoramiento de la Competitividad de la Cadena Láctea”, el cual tiene como objetivo principal, mejorar la calidad de leche e incrementar el volumen de producción de mil productores en cinco principales regiones: Escuintla, Chimaltenango, Jutiapa, Jalapa y Petén.

### **4.2 Lecherías tropicales especializadas**

Este sistema es de evolución relativamente reciente, sustituye a la ganadería de crianza o al doble propósito. Es un sistema semi – intensivo en la medida que las condiciones climáticas no permiten el uso de ganado propio de climas templados. El nivel de intensificación es variable, tanto desde el punto de vista genético de los cruces, así como del nivel de inversión por parte de las organizaciones gremiales (BID, 2005).

Por tener niveles de inversión relativamente altos, las fincas que implementan este sistema, suelen llevar un sistema de registro y seguimiento de costos. Algunas fincas poseen software de manejo zootécnico del hato, pero no de seguimiento costos. También suelen caracterizarse por poseer un sistema de ordeño mecánico. Es notable un modelo de alimentación: racionalidad de forraje versus concentrados. En particular la utilización de leguminosas forrajeras es casi nula, mientras que el uso de concentrados parece a veces exagerado si se consideran los niveles de productividad de la leche (BID, 2005).

Aunque los productores que están en este sistema tengan volúmenes de producción más elevados, hayan reducido los problemas de estacionalidad y cuiden más la calidad de la leche, aún siguen teniendo graves problemas con la mano de obra (BID, 2005). Esto ha hecho que no se haya logrado un óptimo grado de eficiencia en los procesos de producción y como resultado una baja competitividad.

Este sistema se extiende a la zona de boca costa, corresponde a un área de producción cafetalera marginal que no satisface los requerimientos de altura para la producción de café de calidad. Las condiciones son intermedias entre el altiplano y la costa en lo que se refiere a condiciones climáticas, aunque más cálidas, en donde es posible la tolerancia del ganado especializado de clima templado. Los animales son de raza lechera pura (Holstein, Jersey, Brown Swiss) o de cruces con cebuinos. La proximidad de esta zona a la costa facilita

transportar forrajes, en especial ensilaje de maíz o banano de rechazo (BID, 2005).

### 4.3 Ordeño mecánico

El ordeño mecánico es la extracción de la leche de la ubre por medio de máquinas que funcionan simulando la acción del ternero mediante la aplicación de vacío (Ávila Téllez *et al.*, 2006). La historia de la utilización de máquinas de ordeño se remonta más de 100 años en Estados Unidos, cuando Alexander Gillies (1903) inventó un prototipo que asemejaba a la máquina moderna. Su máquina tenía una bomba de vacío, mangueras, ordeñadoras individuales y un colector de leche. El diseño no ha cambiado mucho desde entonces, actualmente las máquinas ordeñadoras siguen teniendo los mismos componentes y las mismas funciones:

- Teteras o pezoneras para sacar la leche de los pezones de la ubre (Figura 1)
- Un pulsador que regula y alterna el vacío y el aire atmosférico (Figura 2)
- Tubos y mangueras que drenan y llevan la leche al tanque colector
- Una bomba de vacío que recicla el aire de las tuberías y crea el vacío necesario para ordeñar las vacas (Figura 3) (Díaz *et al.*, s.f.)



**Figura 1.** Pezonera de hule



**Figura 2.** Pulsador



**Figura 3.** Bomba de vacío

### **4.3.1 Ventajas y desventajas del ordeño mecánico**

#### **4.3.1.1 Ventajas**

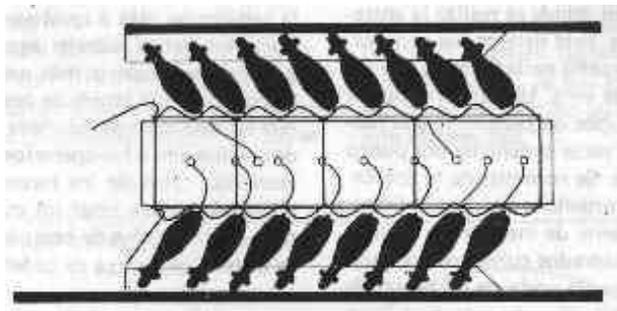
- Mayor eficiencia en la mano de obra, se ordeña más vacas/hora/hombre en comparación al ordeño manual.
- Se reducen los requerimientos de personal debido a la mayor eficiencia de la mano de obra, obteniéndose más litros de leche/hombre/año.
- Se reducen los problemas de personal. El ausentismo no causa tantos problemas como en el caso del ordeño manual.
- Mejores condiciones para controlar la higiene de la leche. Se evita el contacto de la leche con el medio ambiente lo que reduce las posibilidades de contaminación.
- Ofrece condiciones más favorables para los ordeñadores puesto que el esfuerzo físico es menor (Ávila Téllez *et al.*, 2006)

#### 4.3.1.2 Desventajas

- Se requiere una inversión elevada en equipos y obra civil.
- Si los equipos adolecen de fallas mecánicas y no son manejados con cuidado, el sistema puede resultar contraproducente y afectar seriamente la salud de la glándula mamaria.
- Se requiere capacitar al personal para manejar en forma cuidadosa y eficiente el equipo.
- Cierta porcentaje de animales con defectos anatómicos de la ubre no pueden adaptarse a esta forma de ordeño. (Ávila Téllez *et al.*, 2006)

#### 4.4 Salas de ordeño tipo espina de pescado

Las explotaciones lecheras modernas exigen salas de ordeño flexibles y concebidas en base a la experiencia práctica. Las salas en espina de pescado han demostrado su alta eficiencia por décadas y han sido mejoradas técnicamente. En este diseño de sala de ordeño las vacas entran en grupos y se paran ligeramente en ángulo, de manera que solamente su parte posterior queda expuesta al ordeñador que está en la fosa (Figura 4). Esta acorta la distancia entre las ubres y reduce el tiempo de traslado de los ordeñadores. (González Glez, s.f.)



**Figura 4.** Sala de ordeño tipo espina de pescado

El manejo en grupos facilita el movimiento de las vacas, pero solo una vaca que sea ordeñada lentamente retrasará a todo el grupo. Esto es particularmente perjudicial cuando se trata de espinas de pescado de gran tamaño, de 10 o más vacas por lado. El tiempo de salida de un grupo es mayor, consume también más tiempo (González Glez, s.f.).

Es una instalación donde las vacas se disponen en forma oblicua a lo largo de una fosa central. El ángulo que forman con la fosa determina la capacidad de la instalación, siendo máxima cuando el mismo es de 90°, es decir, las vacas quedan perpendiculares a la fosa; en este caso, la colocación de las pezoneras se realiza por entre las patas traseras.

Este sistema es recomendable para establos grandes, mayores a las 100 vacas. La fosa debe tener una profundidad entre 60 y 70 centímetros y un ancho entre 1,20 a 1,60 metros. Es recomendable unificar la salida de las vacas por un solo costado, dado que se facilita la construcción y orientación de la sala de ordeño. Además, es importante que la entrada de las vacas a la sala de ordeño sea directa, es decir, que la vaca vea a donde va a entrar (González Glez, s.f.).

#### **4.4.1 Ventajas y desventajas de sala de ordeño tipo espina de pescado**

##### **4.4.1.1 Ventajas**

- Mayor rendimiento al producirse la entrada y salida de las vacas en forma colectiva.
- Mayor comodidad del operador, ya que trabaja parado.
- Posibilidad de ampliación. Permite la colocación de ordeñadoras con línea de leche baja o media.

##### **4.4.1.2 Desventajas:**

- Construcción más costosa dado que se debe fabricar una fosa en desnivel para que trabaje el operador.
- Es más difícil adaptar alguna construcción ya existente.
- La velocidad de ordeño está limitada por la vaca más lenta de la tanda.
- Trato colectivo (Es necesario homogenizar en velocidad de ordeño el grupo de vacas que ingresan en la línea).

En la tabla 1 se pueden observar las diferencias entre los distintos diseños de salas de ordeño existente pudiéndose observar que es una de las salas que brinda mayores beneficios no solo para la producción sino para la mano de obra.

**Tabla 1.** Diferencia entre distintos diseños de salas de ordeño

Modelo de Sala	Número de Unidades por Ordeñador	Vacas Ordeñadas por Hora por Máquina	Comodidad del Hombre (*)	Trato a la Vaca	Población (**)	Unidades en Sala (***)
Túnel	2 – 3	7 – 8	6	Grupo	10 – 100	6
Tándem	2 – 3	7 – 8	6.5	Individual	50 – 100	8
Espina de Pescado	4 – 5	8 – 10	8	Grupo	10 – 300	10
Polígono	6 – 12	8 – 10	8.5	Grupo	500 – 1,000	24
Paralelo	12 – 24	6 – 10	9	Grupo	10 – 10,000	24

Fuente: Ordeño Mecánico (Ávila Téllez *et al.*, 2006)

\* Calificado en la escala de 1 a 10

\*\* Número de vacas en grupo de ordeño

\*\*\* Número de máquinas sugeridas en la sala

## **4.5 Rutina de ordeño**

La rutina de ordeño es un procedimiento importante en una lechería. Una buena rutina de ordeño involucra una serie de medidas higiénicas y de manejo desde que el animal entra a la sala de ordeño hasta que sale una vez finalizado el proceso (Kruze, 1998). Además, una correcta y eficiente rutina de ordeño representa un factor clave para la producción de leche de buena calidad, en un menor tiempo y con menores probabilidades de transmisión de organismos patógenos contagiosos y ambientales que puedan causar mastitis y otras enfermedades (Baeza y Muñoz, s.f.; Kruze, 1998).

El tiempo máximo que las vacas pueden destinar para estar en la sala de espera y en la sala de ordeño es de 2.5 horas por ordeño. Así, los animales dispondrán de 19 horas al día para comer y descansar sin que se perjudique la producción (Calvet Capdevila, s.f.). Para realizar una buena rutina de ordeños es importante realizar los siguientes pasos secuenciales:

### **4.5.1 El despunte**

El ordeño de una vaca siempre deberá empezar con la práctica del despunte, la cual consiste en desechar los primeros chorros de leche y al mismo tiempo detectar casos de mastitis clínica.

El despunte ayuda también a eliminar microorganismos y células somáticas que se encuentran en la cisterna del pezón antes del ordeño. Los primeros chorros deben ser recibidos en una taza con fondo oscuro. Este movimiento no debe demorar más de 10 segundos por vaca (Díaz *et al.*, s.f.).

## **4.5.2 Limpieza de los pezones**

Las vacas sucias con estiércol sobre los flancos y en la ubre indican que las condiciones medioambientales en las que viven no son aceptables. La limpieza tiene un papel importante en la salud de las vacas, en el control de la mastitis y en la producción de leche de buena calidad. La limpieza tiene la misión de eliminar las bacterias que viven en la piel de los pezones y ayudar en la estimulación de la bajada de la leche. Existen 2 formas que se usan para preparar y limpiar la ubre antes de colocar la máquina de ordeño:

### **4.5.2.1 El método mojado**

Usando una manguera de agua tibia con baja presión, se lavan solamente los pezones ayudando con un ligero masaje. Se debe evitar mojar la ubre para que el agua no escurra en los pezones (Díaz *et al.*, s.f.).

### **4.5.2.2 El método seco**

Consiste en sumergir o rociar los pezones con un desinfectante como la solución de yodo al 5% y esperar al menos 30 segundos. Esta práctica se conoce como “Pre – Dipping” y es bastante utilizada en la actualidad. Este sistema trabaja mejor si antes de aplicar el desinfectante se limpia la base de la ubre y los pezones para remover partículas de excremento o de la cama de las vacas (Días *et al.*, s.f.; Kruze, 1998).

Independientemente del método o combinación de métodos que se use para limpiar los pezones es necesario secarlos con una toalla de papel o tela, masajeando suavemente los pezones para retirar el agua. La recomendación es usar una toalla por cada vaca para evitar la contaminación de microorganismos de

vaca a vaca. El tiempo total que toma la limpieza de los pezones en combinación con el Pre – Dipping es de 40 segundos (Díaz *et al.*, s.f.).

#### **4.5.3 Extracción de la leche**

La unidad de ordeño debe de colocarse en los pezones 1 minuto a 1 ½ minutos después de que se inició el lavado y desinfectado de los pezones. La colocación debe hacerse con cuidado con el fin de reducir la cantidad de aire que entra dentro del sistema. La mayor parte de las vacas se ordeñan entre 5 y 10 minutos. En consecuencia, conectar la unidad de ordeño entre 1 y 1 ½ minutos después de la estimulación permite aprovechar al máximo el estímulo natural de la eyección de leche. Es importante que el protocolo de preparación de la ubre sea similar entre ordeños, y que se respeten los tiempos de preparación y espera para la colocación de la unidad de ordeño. El tiempo estimado para la colocación y retirada de las unidades de ordeño es de 12 a 15 segundos (Duarte Díaz *et al.*, s.f.; Recomendaciones oficiales...., 2001; Saavedra, 2006).

#### **4.5.4 Aplicación de sellador o “Dipping”**

El sellador después del ordeño es el método aprobado para prevenir nuevos casos de mastitis. Estudios han demostrado una reducción del 50 hasta el 80% en casos de mastitis causados por micro organismos contagiosos. Aparte de la destrucción de microorganismos, el sellador tiene otras propiedades como suavizar la piel de los pezones y sellar el canal de las mismas (Díaz *et al.*, s.f.).

#### **4.6 Eficiencia de Ordeño**

La eficiencia en el ordeño dependerá especialmente del comportamiento diario del ordeñador, es decir, de su actitud y costumbre frente a los animales antes, durante e inmediatamente después del ordeño. La interacción ordeñador/

animal repercute de manera muy importante en la calidad y cantidad de leche obtenida. Nunca la rutina de ordeño debiera ser el factor limitante en el ordeño y producción de leche. Sin embargo, a diario se encuentran lecherías especializadas, donde vacas altamente productoras, alimentadas correctamente y ordeñadas en máquinas modernas, producen leche en cantidad y calidad deficiente. (De Laval, 2006)

Dentro de la eficiencia de ordeño intervienen principalmente dos grupos de variables: las variables de tiempo y las de eficiencia operativa. Las variables de tiempo, ayudan a determinar el número de vacas que un ordeñador puede manejar por hora. El involucrarse en una rutina de ordeño y medir el tiempo que toman las distintas partes del ordeño es el primer paso que lleva a una rutina de ordeño más eficiente (Cowtime Project, 2005).

En cuanto al segundo grupo de variables, las más utilizadas para medir y comparar objetivamente la eficiencia de una instalación de ordeño son: Vacas ordeñadas/hombre/hora y los Litros de leche/hombre/hora. Estos valores tienden a ser los más utilizados debido a su estrecha relación con la productividad de la mano de obra. (Taverna, 1997)

#### **4.6.1 Variables de tiempo**

##### **4.6.1.1 Tiempo de rutina (T.R.)**

Se define como la suma de los tiempos insumidos por cada práctica, repetitiva, aplicada por un operario, en el ordeño de cada vaca.

Esquemáticamente, el T.R. se puede dividir en prácticas anteriores al ordeño, prácticas posteriores al ordeño, la entrada y salida del animal (Taverna, 1997).

En la tabla 2 se presenta un listado de las prácticas que integran una rutina de ordeño definida como completa. Se establece además para cada práctica, un tiempo promedio que surge como resultado de mediciones realizadas en lecherías comerciales en instalaciones tipo brete a la par y espina de pescado.

**Tabla 2.** Listado de las prácticas que integran una rutina de ordeño completa en instalaciones tipo brete a la par y espina de pescado

Prácticas	Tiempo Promedio por Práctica (segundos/vaca)	
	Brete a la Par	Espina de Pescado
<b>Tipo de Instalación</b>		
Despunte	8	6
Lavado de pezones	18	12
Colocación grupo de Ordeño	8	5
Alimentación	5	2
<b>TOTAL OPERACIONES ANTERIORES AL OREÑO</b>	<b>39</b>	<b>25</b>
Escurrido Mecánico	18	10
Corte vacío y retiro grupo	8	4
Desinfección de pezones	3	2
<b>TOTAL DE OPERACIONES POSTERIORES AL OREÑO</b>	<b>29</b>	<b>16</b>
SALIDA DEL ANIMAL	10	2
INGRESO DEL ANIMAL	17	3
<b>TIEMPO TOTAL DE RUTINA</b>	<b>95</b>	<b>46</b>

**Fuente:** (Taverna, 1997)

Como puede observarse, el conjunto de operaciones anteriores al ordeño representaron el 41 y 54% del T.R., las posteriores el 30 y 30% del T.R., mientras que el ingreso y la salida de las vacas el 29 y 11% del T.R., en brete a la par y espina de pescado, respectivamente (Taverna, 1997).

#### 4.6.1.2 Tiempo unidad de ordeño (T.U.)

Se define como el tiempo en el que una unidad de ordeño es afectada al ordeño de una vaca. Analizando dentro de la dinámica de ordeño, el T.U. se divide en dos fracciones de tiempo bien diferenciados: el tiempo efectivo de ordeño (t) y el tiempo muerto (t.m.)

Es decir que:

$$T.U. = t + t.m.$$

En donde el valor de t depende directamente de la leche ordeñada. En la tabla 3 encontramos el T.U. estimado de acuerdo a la producción de leche por vaca.

**Tabla 3.** T.U. estimado de acuerdo a la producción de leche por vaca

Producción por Vaca (L./ordeño)	T.U. Estimado (min.)
5	2.5
10	5.0
15	6.0
20	7.0

**Fuente:** Cowtime Project, 2005

#### 4.6.2 Variables de eficiencia operativa

Las variables más utilizadas para medir y comparar objetivamente la eficiencia de una instalación de ordeños son las siguientes:

- Vacas ordeñadas/hombre/hora
- Litros de leche/hombre/hora

Estos valores tienden a ser los más utilizados debido a su estrecha relación con la productividad de la mano de obra. (Taverna, 1997).

#### **4.6.2.1 Vacas ordeñadas/hombre/hora**

Taverna (1997) menciona que el número de vacas ordeñadas/hombre/hora surge de una doble relación: a) la cantidad de vacas ordeñadas por unidad de ordeño por hora y b) el número de unidades de ordeño disponibles por hombre.

#### **4.6.2.2 Litros de leche/hombre/hora**

La eficiencia de un ordeño también se mide evaluando el número de litros de leche colectado por persona por hora de trabajo. Ese cálculo es una de las maneras de aumentar la productividad de un sistema de producción. Según Saavedra (2006) lo ideal es tener una rutina de ordeño con un mínimo de 300 litros de leche/hombre/hora.

Por otro lado, De Laval (2006) menciona que la cantidad de litros de leche/hombre/hora óptimos para una sala espina de pescado debería ser de 195, con lo cual se estaría trabajando con un nivel de eficiencia aceptable.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización

La investigación se realizó en 6 fincas asociadas a la (CPLG), la cual tiene sede en la 10ª Avenida 30 – 60 Zona 11, Las Charcas, Guatemala. La selección de fincas se llevó a cabo bajo los siguientes criterios de selección:

- Asociadas a la CPLG en estado activo.
- Un sistema de producción bovino especializado en leche.
- El proceso de ordeño de manera mecánica.
- Diseño de la sala de ordeño espina de pescado.
- Mínimo de 100 vacas en ordeño y un máximo de 500.

Las 6 fincas que fueron seleccionadas por cumplir con los criterios de selección anteriores, se describen a continuación:

- **Finca San Diego:** ubicada en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla, región sur del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB); está a una altitud de 650 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 1,850 mm anuales y temperaturas promedio de hasta 28.5° C.

El área de lechería abarca aproximadamente 77 Ha; se encontraban en producción 114 vacas lecheras con un promedio de producción 1,400 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 12 puntos.

- **Finca El Cobano:** ubicada en el municipio de Masagua, departamen-

to de Escuintla en la región sur del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-S c); está a una altitud de 90 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 2,400 mm anuales y temperaturas promedio de 28° C.

El área de lechería abarca aproximadamente 140 Ha; se encontraban 250 vacas en producción con un promedio de 2,600 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 20 puntos.

- **Finca La Lagunilla:** ubicada, en el municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala en la región central del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (bmh-S c); está a una altitud de 1,700 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 1,899 mm anuales y temperaturas promedio de 23° C.

El área de lechería abarca aproximadamente 25.5 Ha; Se encontraban 120 vacas en producción con un promedio de 1,150 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 10 puntos.

- **Finca Sevilla:** ubicada en el municipio de Masagua, departamento de Escuintla, en la región sur del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido (bh-S c); está a una altitud de 30 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 1,900 mm anuales y temperaturas promedio de hasta 28.5° C.

El área de lechería abarca aproximadamente 196 Ha; se encontraban 390 vacas en producción con un promedio de 2,000 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 10 puntos.

- **Finca Magdalena 1:** ubicada en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla, en la región sur del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-S c); está a una altitud de 695 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 3,000 mm anuales y temperaturas promedio de 26.5° C.

El área de lechería es aproximadamente 148 Ha; se encontraban 400 vacas en producción con un promedio de 5,300 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 32 puntos.

- **Finca Magdalena 2:** ubicada en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla en la región sur del país. Según De la Cruz (1982), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-S c); está a una altitud de 680 msnm y se registra una precipitación pluvial promedio en la zona de 3,000 mm anuales y temperatura promedio de 26.5° C.

El área de lechería abarca aproximadamente 240 Ha; se encontraban 312 vacas en producción con un promedio de 3,600 litros al día en dos ordeños y cuentan con una sala de ordeño tipo espina de pescado doble 32 puntos.

## 5.2. Materiales

Los materiales utilizados para llevar a cabo este estudio fueron los siguientes:

- Libreta de apuntes
- Bolígrafo
- Boletas de toma de datos
- Computadora personal
- Impresora
- Overol
- Botas de hule
- Cámara fotográfica digital
- Cronómetros digitales

### **5.3. Manejo del estudio**

Para esta investigación se contempló el estudio de 2 grupos de variables de interés que reflejaron la eficiencia de una sala de ordeño: a) variables de tiempo y b) variables de eficiencia operativa. Los tiempos fueron tomados con la ayuda del cronómetro y anotados en las boletas de toma de datos.

Todas las variables estudiadas fueron medidas durante los diferentes ordeños que se observaron en cada una de las fincas. Se tomaron datos de 6 ordeños en cada finca, 3 ordeños en la mañana y 3 ordeños en la tarde, esto con la finalidad de que los datos reflejaran la eficiencia general de los ordeños y que el horario de los mismos no afectara los resultados. Los días escogidos para los ordeños fueron aleatorios y durante la época seca. (Taverna, 1997).

A los 6 valores obtenidos por finca se aplicó el análisis estadístico descrito posteriormente.

## **5.4. Variables medidas**

### **5.4.1. Variables de tiempo**

#### **5.4.1.1. Tiempo de rutina de ordeño (T.R.)**

Esta variable se determinó mediante la medición de las siguientes sub-variables de tiempo; cabe mencionar que todas las sub-variables se midieron de manera grupal y el tiempo total, medido en segundos, se dividió por el número de vacas que entraron en cada grupo (Cowtime Project, 2005).

##### **5.4.1.1.1. Tiempo de ingreso del animal**

Se midió desde el momento en que la puerta de ingreso de las vacas fue abierta hasta que la última vaca del grupo se posicionó en el punto de ordeño correspondiente.

##### **5.4.1.1.2. Tiempo de alimentación**

Se midió desde el momento en que la persona encargada de la alimentación le dio el alimento a la primera vaca del grupo hasta que llegó a la última vaca. Esta persona también se tomó en cuenta en el cálculo de número de ordeñadores por ordeño.

##### **5.4.1.1.3. Tiempo de despunte**

Este tiempo se midió desde el momento en que el ordeñador comenzó a hacer el despunte con la primera vaca hasta que llegó a la última.

##### **5.4.1.1.4. Tiempo de lavado de pezones**

Este tiempo se midió desde el momento en que el ordeñador comenzó a lavar los pezones de la primera vaca del grupo hasta que llegó a la última.

#### **5.4.1.1.5. Tiempo de aplicación de pre – sellador**

Este tiempo se midió desde el momento que en el ordeñador comenzó a aplicar el pre–sellador a la primera vaca del grupo hasta que llegó a la última.

#### **5.4.1.1.6. Tiempo de colocación de pezoneras**

Para esta variable se tomó el tiempo que se necesitó para colocar las pezoneras a cada vaca. Se inició la toma del tiempo desde que se colocaron las pezoneras a la primera vaca y hasta que se colocaron a la última vaca.

#### **5.4.1.1.7. Tiempo de retiro de pezoneras**

Se tomó el tiempo que se necesitó para remover las pezoneras de cada vaca y colocarlas en el gancho que las detiene.

#### **5.4.1.1.8. Tiempo de aplicación de sellador**

Este tiempo se midió desde el momento en que el ordeñador comenzó a aplicar el sellador a la primera vaca del grupo hasta que llegó a la última.

#### **5.4.1.1.9. Tiempo de salida del animal**

Este se midió desde el momento en que la puerta de egreso de las vacas fue abierta hasta que la última vaca del grupo salió de la sala de ordeño.

#### **5.4.1.2. Tiempo de unidad de ordeño (T.U.)**

Al igual que la variable anterior T.R., esta variable se determinó mediante la medición de otras sub–variables de tiempo las cuales se describen a continuación:

#### **5.4.1.2.1. Tiempo efectivo de ordeño (T)**

Para la medición de esta sub–variable se escogieron al azar 3 vacas de cada grupo de ordeño. Luego se tomó el tiempo desde el momento que se colocaron las pezoneras hasta que estas fueron retiradas de las tetas de la vaca. El tiempo total medido por vaca se expresó en minutos (Taverna, 1997).

#### **5.4.1.2.2. Tiempo muerto (T.M.)**

Se tomaron las 3 mismas vacas escogidas al azar en la sub–variable anterior y se midieron algunos tiempos muertos que se dieron durante el tiempo efectivo de ordeño (t) como caída de pezoneras, entre otras.

Además de las mediciones de tiempo anteriores se calcularon otras dos que fueron importantes para sacar el resultado de las variables de eficiencia operativa: Hora de inicio de ordeño y finalización del mismo.

#### **5.4.1.3. Hora de inicio de ordeño**

Se tomó en el momento en que la primera vaca entró a la sala de ordeño y se expresó en horas, minutos y segundos.

#### **5.4.1.4. Hora de finalización de ordeño**

Se tomó al momento en que la última vaca del último grupo abandonó la sala de ordeño y se expresó en horas, minutos y segundos.

## **5.4.2. Variables de eficiencia operativa**

### **5.4.2.1. Vacas ordeñadas/hombre/hora**

Se calculó utilizando la siguiente fórmula citada por Taverna, 1997:

$$\frac{60}{\text{Tiempo de Rutina (T.R.)}}$$

### **5.4.2.2. Litros de leche/hombre/hora**

Para calcular esta variable se realizaron los siguientes cálculos recomendados por Taverna, 1997:

- Litros de leche/hora =  $\frac{\text{Litros de leche por día}}{\text{No. de horas de ordeño}}$
- Litros de leche/hombre/hora =  $\frac{\text{Litros de leche / hora}}{\text{No. total de ordeñadores}}$

## **5.5. Análisis estadístico**

Las variables anteriormente descritas se analizaron a través de la prueba de hipótesis T, para la media de una población. Todos los cálculos se realizaron utilizando el programa INFOSTAT. La fórmula para la prueba de hipótesis T se muestra a continuación:

$$p = \frac{\chi - \mu}{\frac{S}{\sqrt{\eta}}}$$

**Donde:**

$\chi$  = Media de la muestra

$\mu$  = Media conocida de la población

$S$  = Desviación típica

$\eta$  = Número de casos (Galindo, s.f.)

## VI. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación de la prueba estadística descrita, tomando en cuenta las variables de tiempo: Tiempo de Rutina (T.R.) y Tiempo de Unidad de Ordeño (T.U.); así como las variables de eficiencia operativa: Vacas ordeñadas/hombre/hora y Litros de leche/hombre/hora.

### 6.1. Variables de tiempo

#### 6.1.1. Tiempo de rutina de ordeño (T.R.) (segundos/vaca)

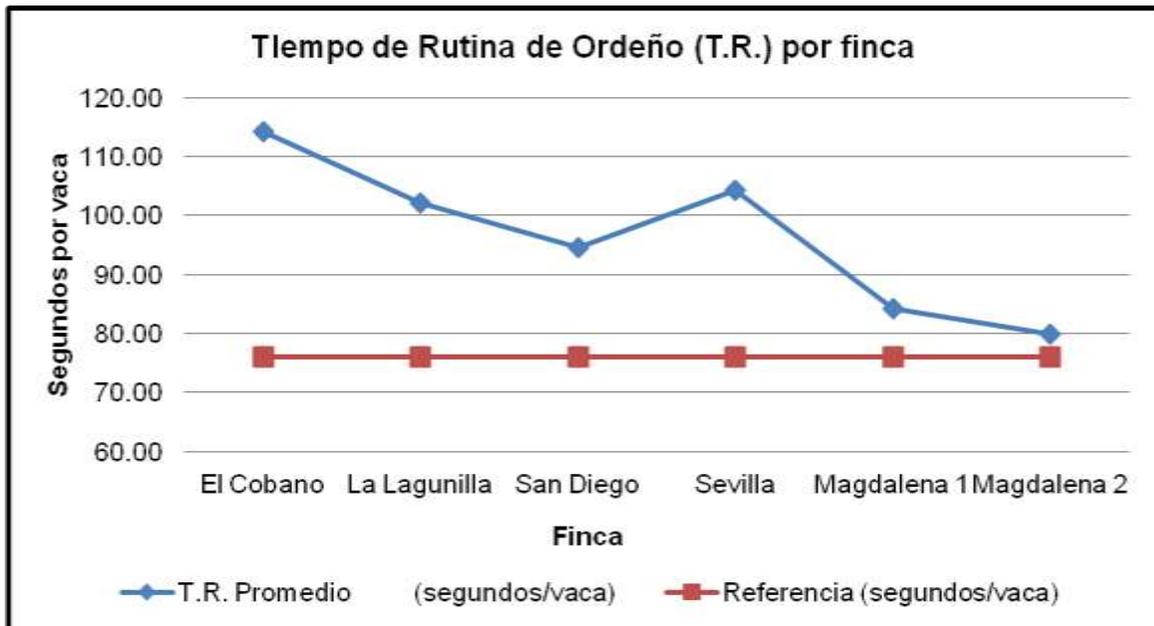
En el cuadro No. 1 se muestra el resultado promedio del T.R. por finca (segundos/vaca), obtenido durante el muestreo, así como la diferencia en porcentaje contra el valor medio de referencia.

**Cuadro No. 1 Resultado promedio del (T.R.) por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (76 segundos/vaca)**

Nombre Finca	T.R. Promedio (segundos/vaca)	Diferencia vrs. óptimo (%)	Valor de p
El Cobano	114.17	50.22%	< 0.0001
La Lagunilla	102.17	34.43%	0.0001
San Diego	94.67	24.56%	< 0.0001
Sevilla	104.33	37.28%	< 0.0001
Magdalena 1	84.17	10.75%	0.0083
Magdalena 2	79.83	5.04%	0.0071
<b>PROMEDIO</b>	<b>96.56</b>	<b>27.05%</b>	

Los resultados anteriores se pueden apreciar de mejor manera en la gráfica No. 1

**Gráfica No. 1. (T.R.) promedio por finca versus valor de referencia (76 segundos/vaca)**



### 6.1.2. Tiempo unidad de ordeño (T.U.)

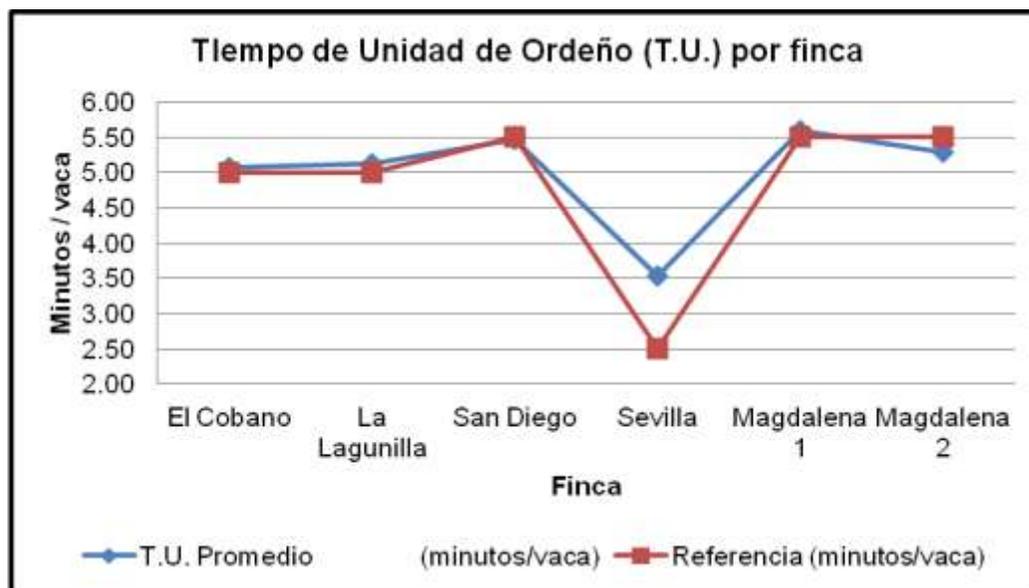
En el cuadro No. 2 se muestran los resultados del T.U. promedio por finca, en donde de acuerdo a los litros producidos promedio/día, se estableció el parámetro de referencia adecuado para realizar el análisis estadístico de cada finca. Se muestra también el porcentaje de variación contra el valor de referencia utilizado de acuerdo a Cowtime Project (2005).

**Cuadro No. 2 Resultado promedio de T.U. por finca y su diferencia en relación al valor de referencia**

Nombre Finca	T.U. Promedio (minutos/vaca)	Litros Promedio por Día	Referencia (minutos/vaca)	Valor de p	Diferencia vs. óptimo (%)
El Cobano	5.07	10.52	5.00	0.4723	1.37%
La Lagunilla	5.12	9.55	5.00	0.0655	2.47%
San Diego	5.47	12.63	5.50	0.8417	-0.61%
Sevilla	3.54	5.31	2.50	< 0.0001	41.60%
Magdalena 1	5.60	13.28	5.50	0.0167	1.73%
Magdalena 2	5.28	11.72	5.50	0.0727	-4.00%
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.01</b>	<b>10.50</b>			<b>7.09%</b>

En la gráfica No. 2 se aprecia gráficamente el resultado del cuadro anterior.

**Gráfica No. 2. T.U. promedio por finca versus valor de referencia**



## 6.2. Variables de eficiencia operativa

### 6.2.1. Vacas ordeñadas/hombre/hora

En el cuadro No. 3, se pueden observar los valores promedio de cada finca, de la variable Vacas ordeñadas/hombre/hora.

**Cuadro No. 3 Vacas ordeñadas/hombre/ hora promedio por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (40.1 vacas/hombre/hora)**

Nombre Finca	Resultado (vacas/hombre/hora)	Diferencia vs. óptimo (%)	Valor de p
El Cobano	31.61	-21.16%	< 0.0001
La Lagunilla	35.32	-11.92%	0.0017
San Diego	38.05	-5.11%	0.0044
Sevilla	34.54	-13.86%	0.0001
Magdalena 1	43.37	8.15%	0.2008
Magdalena 2	45.12	12.52%	0.0020
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.00</b>	<b>-5.23%</b>	

**Gráfica No. 3. Vacas ordeñadas/hombre/hora promedio por finca versus valor de referencia (40.1 vacas/hombre/hora)**



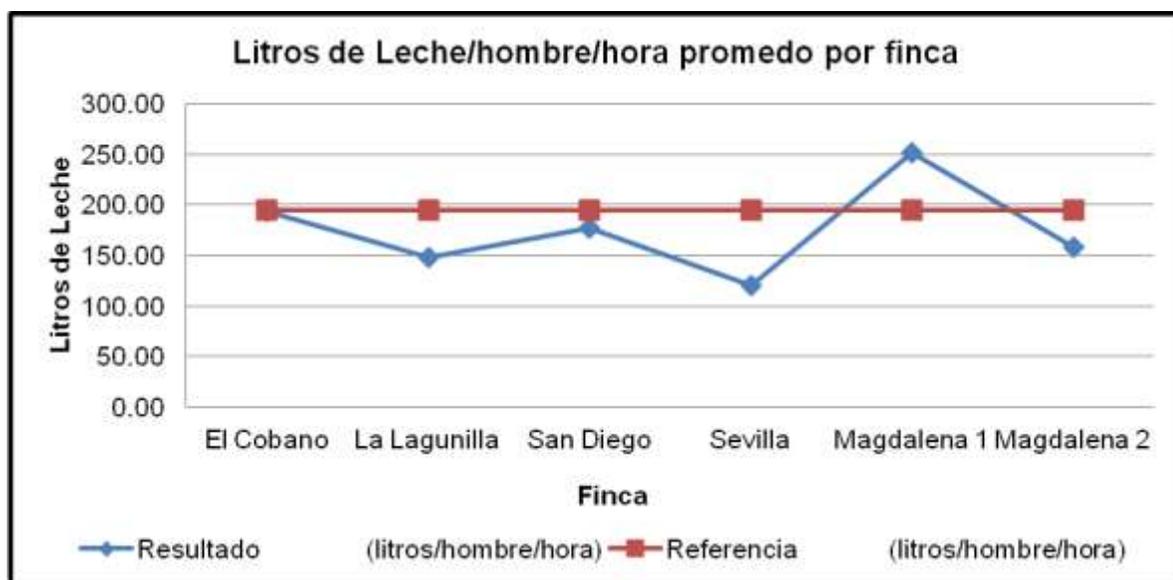
### 6.2.2. Litros de leche/hombre/hora

En el cuadro No. 4 se muestran los resultados promedio obtenidos de los litros de leche/hombre/hora por finca.

**Cuadro No. 4. Litros de leche/hombre/hora promedios por finca y su diferencia en relación al valor de referencia (195 litros/hombre/hora)**

Nombre Finca	Resultado (litros/hombre/hora)	Diferencia vs. óptimo (%)
El Cobano	193.08	-0.99%
La Lagunilla	148.70	-23.74%
San Diego	177.24	-9.11%
Sevilla	119.98	-38.47%
Magdalena 1	251.63	29.04%
Magdalena 2	158.69	-18.62%
<b>PROMEDIO</b>	<b>174.89</b>	<b>-10.31%</b>

**Gráfica No. 4. Litros de leche/hombre/hora promedio por finca versus valor de referencia (195 litros/hombre/hora)**



## VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1. Variables de tiempo

#### 7.1.1. Tiempo de rutina de ordeño (T.R.) (segundos/vaca)

De acuerdo a lo citado por Taverna (2007) y por Díaz, *et. al.* (s.f.), un T.R. eficiente no debería de tomar más de 76 segundos por vaca. Como resultado de la prueba estadística, se demostró que el valor de T.R. es mayor al valor de referencia aceptada, lo que hace que esta variable sea ineficiente para todas las fincas.

Se puede observar que las fincas Magdalena 1 y Magdalena 2 obtuvieron los T.R. más bajos del estudio siendo de 84.17 y 79.83 segundos/vaca respectivamente. Se puede mencionar que uno de los factores causantes de lo anterior, es que las dos fincas tienen mayores niveles de capacitación de personal sobre temas como rutinas de ordeño a comparación de las demás fincas.

Un T.R. eficiente es un punto importante con respecto a la técnica y la rutina de ordeño aplicada por miembros del equipo de ordeño. Un ordeño eficiente resulta en lo siguiente:

- Producción por vaca puede ascender en un 25%
- Se reduce la duración del ordeño de 1 a 2 minutos por grupo de ordeño
- La sanidad de la ubre se conserva o bien mejora (Peyrano, *et. al.*, 2009).

En el anexo 1, se detallan los tiempos promedio que conformaron los T.R. de las fincas así como su porcentaje de variación con respecto a la media óp-

tima para cada rubro.

### **7.1.2. Tiempo unidad de ordeño (T.U.)**

Los resultados del estudio estadístico de esta variable, al contrario que en la anterior, fueron divididos, ya que se encontraron cuatro fincas, El Cobano, La Lagunilla, San Diego y Magdalena 2, en las cuales el valor de la probabilidad  $p$  fue mayor que el valor de tolerancia ( $p > 0.05$ ), demostrándose así que el T.U. es eficiente.

Por otro lado, en el análisis estadístico de las fincas Sevilla y Magdalena 1, el valor de  $p$  fue menor que el valor de tolerancia utilizado ( $p < 0.05$ ), resultando entonces un T.U. mayor al valor de referencia, por lo que las finas son ineficientes para esta variable.

Para el análisis grupal, resultó que el valor de probabilidad  $p$  (0.8167), fue mayor al valor de tolerancia ( $p > 0.05$ ), dando como resultado, que para el grupo de fincas, el valor de T.U., es eficiente. Para esta comparación se utilizó un valor de referencia de 5 minutos por vaca ya que el promedio de litros de todas las fincas fue de 10.5 (Cowtime Project, 2005).

De acuerdo a Taverna (1997) el valor de T.U. depende directamente de la cantidad de leche ordeñada y de la eficiencia del equipo de ordeño.

El funcionamiento de la ordeñadora puede por tal motivo, modificar el tiempo de ordeño. Taverna (1997) enumera los principales factores asociados a distintos componentes de la ordeñadora y a criterios de su regulación y funcionamiento, que pueden incrementar o disminuir el tiempo de ordeño de la siguiente manera:

- Nivel de vacío reducido (< 40 KPa) = Incremento del 5% del T.U.
- Frecuencia de pulsación (< 50 ciclos/minuto) = Incremento del 5% del T.U.
- Relación de pulsado (50:50 vs. 70:30) = Incremento del 5% del T.U.
- Pezonera lenta vs. Rápida = Incremento de hasta un 35%

## **7.2. Variables de eficiencia operativa**

### **7.2.1. Vacas ordeñadas/hombre/hora**

De acuerdo a Taverna (1997), el valor de referencia para esta variable es de 40.1 vacas/hombre/hora.

De acuerdo al análisis por finca, para El Cobano, La Lagunilla, San Diego, Sevilla y Magdalena 2 el valor de la probabilidad  $p$  resultó menor al valor de tolerancia ( $p < 0.05$ ), dando como resultado que el valor de vacas/hombre/hora es eficiente.

Para la finca Magdalena 1 el valor de probabilidad  $p$  si resultó mayor al valor de tolerancia ( $p > 0.05$ ) siendo la única finca ineficiente para esta variable de estudio.

Para el análisis grupal de fincas, el análisis estadístico refleja que el valor de probabilidad  $p$  (0.0268) es menor al valor de tolerancia ( $p < 0.05$ ) por lo que se dedujo que el valor de las vacas/hombre/hora promedio de todas las fincas es mayor al valor de referencia citado por Taverna (1997), por lo que sí es eficiente. El resultado por finca se muestra a en la gráfica No. 3.

### **7.2.2. Litros de leche/hombre/hora**

Esta variable solo se analizó de manera grupal, ya que la cantidad de datos por finca se limitaba a tres, esto derivado de la metodología propuesta por Taverna (1997), en donde se deben de tomar el total de litros extraídos por finca por día sin importar el número de ordeños.

Para este análisis grupal resultó que el valor de probabilidad  $p$  (0.0699) fue mayor al valor de tolerancia ( $p > 0.05$ ), por lo que se deduce que el valor de los litros/hombre/hora resultantes del estudio es ineficiente, ya que de acuerdo a De Laval (2006) la cantidad de litros de leche/hombre/hora óptima para una sala espina de pescado debería ser de 195 litros de leche /hombre/hora. Como se observa en el cuadro 4, el promedio por finca resulta en 174.89 litros/hombre/hora, tan solo un 10.31% por debajo del estándar óptimo.

En la gráfica No. 4 se observan los resultados expuestos en el Cuadro No 4.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Para el Tiempo de Rutina (T.R.) se rechazó la hipótesis planteada, ya que todas las fincas estudiadas son menos eficientes en comparación con el valor de referencia.
2. No se rechazó la hipótesis planteada para la variable Tiempo de Unidad de Ordeño (T.U.), ya que el total de fincas presentó un promedio similar al valor de referencia, siendo las fincas eficientes para esta variable.
3. La hipótesis de la variable de eficiencia operativa vacas ordeñadas/hombre/hora se rechazó, por lo que se considera que es eficiente comparada con los valores de referencia. Para este estudio se dio el error tipo 1 de la prueba de T para la media de una población, ya que la hipótesis planteada no se debía rechazar, pues el valor de del estudio es menor al valor de referencia y por lo tanto esta variable no es eficiente.
4. Para la variable Litros de leche/hombre/hora no se rechazó la hipótesis planteada ya que en promedio todas las fincas fueron menos eficientes que el valor de referencia.
5. La mayor incidencia en ineficiencias de las variables estudiadas es derivada del bajo rendimiento de la mano de obra, por lo que si esta es deficiente, las demás variables serán ineficientes.
6. El nivel de capacitación del personal tiene incidencia directa con las variables de tiempo y de eficiencia operativa, por lo que a mayor capacitación, mejores serán las eficiencias alcanzadas.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la implementación de un sistema de control periódico de las variables planteadas en este trabajo, para incrementar la productividad de las salas de ordeño en todas las fincas dedicadas a la producción lechera.
2. Llevar a cabo una evaluación del impacto económico que tiene la eficiencia en salas tipo espina de pescado u otro tipo de salas de ordeño.
3. Evaluar la incidencia que tiene la eficiencia del ordeño mecánico en variables sanitarias y de calidad de leche.
4. Brindar servicios de capacitación continua sobre temas de eficiencia de ordeño para mejorar los variables estudiadas en este trabajo y convertir a las operaciones lecheras en un negocio más eficiente y rentable.
7. La selección y capacitación del personal debe de convertirse en un elemento y pilar fundamental en una operación lechera, ya que a través del incremento en la productividad de la mano de obra se podrá incrementar también la eficiencia operativa y sanitaria.

## X. RESUMEN

**Roca Guerrero, Isaac Marco Vinicio de la.** 2013. “Evaluación de la eficiencia de ordeño mecánico en salas tipo espina de pescado de fincas afiliadas a la Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CPLG)” Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ.

**Palabras Clave:** espina de pescado, ordeño, eficiencia, leche.

El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la eficiencia de ordeño mecánico en salas tipo espina de pescado de fincas afiliadas a la Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CPLG), mediante la medición de variables de tiempo (Tiempo de Rutina de Ordeño, T.R., y Tiempo de Unidad de Ordeño, T.U.) y variables de eficiencia operativa (Vacas ordeñadas/hombre/hora y litros de leche/hombre/hora) y su posterior comparación con los valores de referencia existentes para este tipo de salas de ordeño.

Se estudiaron 6 fincas asociadas a la CPLG que contarán con un sistema de producción bovina especializada en leche, ordeño totalmente mecanizado, salas de ordeño con diseños espina de pescado y un número de vacas en ordeño entre 100 y 500. Los resultados de cada una de las variables se obtuvieron mediante la observación y toma de datos de 6 ordeños en cada finca, 3 ordeños en la mañana y 3 ordeños en la tarde, en días aleatorios, y luego analizados estadísticamente mediante la prueba de hipótesis T para la media de una población, a través del programa INFOSTAT.

Para la variable (T.R.), se obtuvo un tiempo promedio grupal de las fincas de 96.56 segundos/vaca, un 27.05% arriba, comparado contra el valor de referencia de 76 segundos/vaca; por lo tanto esta variable es ineficiente.

Al mejorar este parámetro se podrían obtener beneficios tales como un aumento de un 25% de la producción de leche por vaca, una reducción de los tiempos de ordeño entre 1 a 2 minutos por grupo y una mejor sanidad de la ubre de la vaca.

En cuanto a la variable (T.U.) el promedio de minutos/vaca obtenido de las fincas fue de 5.01 y un total de litros promedio por vaca de 10.50. Tomando en cuenta un valor de referencia de 5 minutos por vaca para esta volumen de producción de leche, resulta que esta variable es eficiente. Existen causas asociados a un incremento del T.U: niveles de vacío reducidos, frecuencias de pulsación fuera de parámetros, relación de pulsado ineficiente y pezoneras lentas versus rápidas.

Para la primera variable de eficiencia operativa, se obtuvo un promedio grupal de 38 vacas/hombre/hora, un 5.23% por debajo del valor de referencia de 40.1 vacas/hombre/hora. Sin embargo, por un error experimental tipo 1 que reflejó la prueba de T, resulta que esta variable, a pesar de estar por debajo del valor de referencia, si es eficiente.

La segunda variable de eficiencia operativa obtuvo un resultado promedio grupal de 174.89 litros/hombre/hora, un 10.31% abajo del valor de referencia de 195 litros/hombre hora; esto hace esta variable ineficiente.

Al hacer el análisis de las variable estudiadas, se concluye que la mayor incidencia en ineficiencias, es derivada debido al bajo rendimiento de la mano de obra, por lo que si esta, es deficiente, las demás variables serán ineficientes. Derivado de lo anterior se recomienda la selección y capacitación adecuada del personal de operación ya que a través del incremento en la productividad de la mano de obra se podrá también incrementar la eficiencia operativa y sanitaria de la producción lechera.

## SUMMARY

**Roca Guerrero, Isaac Marco Vinicio de la.** 2013. "Evaluation of the mechanical milking efficiency on fishbone parlors of affiliated farms with the Milk Producers Association of Guatemala (MPAG)". Thesis Graduate Zoot Guatemala, GT, USAC/FMVZ.

**Key Words:** fishbone, milking, efficiency, milk.

The objective of this investigation was to determine the mechanical milking efficiency on fishbone parlors of farms affiliated to the Milk Producers Association of Guatemala (MPAG) through the measurement of time variables (Time of Milking Routine, T. R., and Milking Time Unit, T.U.) and operating efficiency variables (milked cows/men/hour and liters of milk/men/hour) and its subsequent comparison with the existing reference value of this type of milking parlors.

Six farms associated with the MPAG that will have a specialized cattle production system in milk were studied, totally mechanized milking process, fishbone parlors with fishbone designs and between 100 and 500 milking cows. The results of each of the variables were obtain by observation and data collection of 6 milkings on each farm, 3 milkings in the morning and 3 milkings in the afternoon on random days and then analyze them statistically through the hypothesis testing T for a population mean through the program INFOSTAT.

For the variable Time of Milking Routine, (T.R.) a group average time of 96.56 seconds/cow was obtained, a 27.05% above compared with the reference value of 76 seconds/cow, therefore this variable is inefficient.

Improving this parameter, gains could be such as an increase of a 25%

of the milk production per cow, a decrease of the time of milking of 1 to 2 minutes per group and a better health of the udder of the cow.

As to the variable Milking Time Unit, (T.U), the average of minutes/cow obtained from the farms was of 5.01 and a total average of liters per cow of 10.50. Taking into consideration the reference value of 5 minutes per cow for this volume of milk production turns out that this reference value is efficient. Causes are associated to an increase of the T.U: vacuum reduction levels, pulse frequencies outside parameters, inefficient relation of the pulsator, slow linchpins versus fasts.

For the first variable operational efficiency, a group average of 38 cows /men /hour, 5.23% below the reference value of 40.1 cows /men /hour. However, due to an experimental error type 1 that the T test reflected, it follows that this variable, in spite of being below the value of reference, it is inefficient.

The second variable of operational efficiency had an average group result of 174.89 liters/men/hour, a 10.31% below the value of reference of 195 liters/men/ hour; this makes this variable inefficient.

By doing the analysis of the studied variables, it is conclude that the great impact in inefficiencies is caused due to the low performance of the labor, thus if this is inefficient, the other variables will also be inefficient. Due to this, the right selection and training of the operational personnel is recommended since, through the increase on the productivity of the labor it may also increase the operational efficiency and health of the dairy production.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ávila Téllez, S; Gutiérrez Chávez, A. 2006. Ordeño Mecánico. (en línea). México UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultado 20 dic. 2007. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1Pdf/Avila/cap5.pdf>
2. BID (Banco Interamericano de Desarrollo, GT). 2005. Estrategia y plan de acción para el fomento de la competitividad del sector lácteo de Guatemala. 166 p.
3. Best Baeza, A.; Muñoz Domon, A. s.f. Tiempos de rutina de ordeño en plantales lecheros de la provincia de Bio – Bio. (en línea). Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria. Consultado 02 nov. 2007. Disponible en [http://www.chillan.udec.cl/leche/info/tiempos\\_ordeno.pdf](http://www.chillan.udec.cl/leche/info/tiempos_ordeno.pdf)
4. Calhoun, D. 2001. Efficient milking. (en línea). Estados Unidos. De Laval. Consultado 19 dec. 2007. Disponible en <http://www.delava-us.com/NR/rdonlyres/221A20B9-091A-4355-80094F28F3B1E3A/0/830823949.pdf>
5. Cruz, JR de la. 1982. Calificación de la zona de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal.
6. Calvet Capdevila, E. s.f. Monitorización del manejo en la sala de ordeño: índices técnicos. (en línea). Consultado 06 nov. 2007. Disponible en <http://www.exopol.com/general/circulares/111circ.html>

7. Cowtime Project. 2005. Working Out Work Routine Time. (en línea). Estados Unidos. Consultado 01 nov. 2007. Disponible en <http://www.conwtime.com.au/technical/QuickNotes/Quicknote%202.2.pdf>
8. De Laval. 2006. Ordeño eficiente: Tecnología de ordeño. (en línea). Consultado 02 nov. 2007. Disponible en [http://www.delaval.com.ar./Dairy\\_Knowledge/EfficientMilking/Tecnología\\_de\\_ordeño.htm?wbc\\_purpose=basicAbout\\_DeLaval](http://www.delaval.com.ar./Dairy_Knowledge/EfficientMilking/Tecnología_de_ordeño.htm?wbc_purpose=basicAbout_DeLaval)
9. Díaz, D; Peña, G; Young, A; Orellana, D; West, MB. s.f. Prácticas de sanidad lechera: programa de adiestramiento. USA. United States Department of Agriculture. 30 p.
10. Galindo Villardon, G. s.f. Trabajo de Student y col. España. Departamento de Estadística Universidad de Salamanca. 35 p.
11. González Glez, A. s.f. Instalaciones de la sala de ordeño. (en línea). México. Universidad Autónoma de Tamaulipas UAT. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultado 21 dic. 2007. Disponible en <http://fmvz.uat.edu.mx/bp/leche/bpleche/BPL20.htm>
12. Kruze, J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. (en línea). Chile. Universidad Austral de Chile. Consultado 02 nov. 2007. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X1998&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X1998&script=sci_arttext)
13. Peyrano, C; Rubio, R; Bergonzelli, P. 2009. Evaluación de rutinas de ordeño en tambos comerciales. Tesis Lic. Med. Vet. Argentina, AR, UNCPBA/FCV. 74 p.

14. Recomendaciones oficiales sobre la rutina de ordeño. 2001. España. Ganadería Vacuna Frisona. Consultado 02 ene. 2008. Disponible en <http://www.frisona.com/web/tecnología/articulos/art6.htm>
15. Saavedra Vélez, C. 2006. Algunos puntos importantes para aumentar la eficiencia de ordeño. Guatemala, GT, USAC. 6 p.
16. Taverna, MA. 1997 Eficiencias en las instalaciones de ordeño. Uruguay. Instituto Plan Agropecuario. P 75 – 80.

## **XII. ANEXOS**

**Cuadro 5**  
**Tiempo de Rutina (T.R.) desglosado por finca**

Actividad	T.R. Óptimo (segundos/vaca)	T.R. Promedio El Cobano (segundos/vaca)	% Var.	T.R. Promedio La Lagunilla (segundos/vaca)	% Var.	T.R. Promedio San Diego (segundos/vaca)	% Var.	T.R. Promedio Sevilla (segundos/vaca)	% Var.	T.R. Promedio Magdalena 1 (segundos/vaca)	% Var.	T.R. Promedio Magdalena 2 (segundos/vaca)	% Var.
Ingreso del Animal	3	6	89%	4	44%	4	33%	4	44%	9	200%	12	311%
Alimentación	2	6	200%	7	233%	5	158%	4	75%	1	-42%	0	-100%
Despunte	6	7	11%	7	8%	6	3%	6	-6%	6	-8%	7	17%
Lavado de Pezones	12	10	-15%	12	0%	11	-8%	14	13%	13	10%	14	14%
Pre - Sellado	40	65	63%	55	36%	53	33%	59	48%	29	-28%	16	-60%
Colocación de Pezoneras	5	6	23%	6	23%	4	-20%	5	3%	7	43%	7	37%
Retiro de Pezoneras	4	6	46%	4	8%	4	0%	5	29%	6	46%	6	54%
Sellado	2	3	58%	3	58%	3	58%	3	67%	4	117%	6	208%
Salida del Animal	2	6	175%	5	125%	4	108%	4	117%	9	358%	12	492%
	76	114.17	50.22%	102.17	34.43%	94.67	24.56%	104.33	37.28%	84.17	10.75%	79.83	5.04%

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA  
“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ORDEÑO MECÁNICO EN  
SALAS TIPO ESPINA DE PESCADO DE FINCAS AFILIADAS A LA  
CÁMARA DE PRODUCTORES DE LECHE DE GUATEMALA  
(CPLG)”**

f. \_\_\_\_\_

**ISAAC MARCO VINICIO DE LA ROCA GUERRERO**

f. \_\_\_\_\_

**M.A. Silvia María Zea de Ortíz  
ASESOR PRINCIPAL**

f. \_\_\_\_\_

**M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz  
ASESOR**

f. \_\_\_\_\_

**Lic. Zoot. Ingrid Lissette Orellana  
EVALUADOR**

**IMPRÍMASE**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
DECANO**