



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**“EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE RUTINA DE TRABAJO Y
RENDIMIENTOS DE SALAS DE ORDEÑA ESPINA DE PESCADO, MEDIANTE
UN SISTEMA COMPUTACIONAL DE ANÁLISIS Y SIMULACIÓN (PASS)”**

Mauricio Alejandro Bello Márquez

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: DR. HERNÁN AGÜERO E.

SANTIAGO-CHILE

2011

Financiado por DeLaval S.A



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**“EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE RUTINA DE TRABAJO Y
RENDIMIENTOS DE SALAS DE ORDEÑA ESPINA DE PESCADO, MEDIANTE
UN SISTEMA COMPUTACIONAL DE ANÁLISIS Y SIMULACIÓN (PASS)”**

Mauricio Alejandro Bello Márquez

Memoria para optar al Título Profesional
de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:.....

PROFESOR GUÍA: DR. HERNÁN AGÜERO E.
PROFESOR CONSEJERO: DR. MARIO DUCHENS A.
PROFESOR CONSEJERO: DRA. MARIA SOL MORALES S.

NOTA

FIRMA

SANTIAGO-CHILE
2011

A Catherine, Paulina, Karin, Alfredo, Gerardo y Sebastian; quienes me sacaron de la soledad, y tengo el honor de llamar amigos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de alguna forma me ayudaron en estos años a desarrollar esta memoria de título, y de manera muy especial:

Al Doctor Hernán Agüero Eguiluz, profesor guía de esta memoria, quien siendo portador de una paciencia casi infinita y un sentido del compromiso más allá del deber, me apoyó y orientó en todo momento con su experiencia, conocimientos y dedicación.

Al personal de la empresa DeLaval S.A., por dar financiamiento a esta memoria y por su respaldo en el tema técnico y profesional. Especialmente a Felipe Aceituno, gestor de este proyecto, Joaquín Azócar quién me ayudó en la logística de la toma de datos y Enrique Bombal por el apoyo incondicional y el tiempo.

Al personal de la empresa Cooprinsem por acompañarme en el día a día en terreno, especialmente a Ramón Quichiyao y Alfredo Mardorf, quienes con su conocimiento de la zona y los productores me ayudaron a encontrar las 42 salas de ordeña evaluadas en esta memoria.

A mis profesores guía, la doctora María Sol Morales y el doctor Mario Duchens quienes me brindaron sus consejos y apoyo.

A mi familia y amigos, por estar siempre junto a mí y prestarme algo de su tiempo para poder llevar adelante esta memoria.

Y finalmente, a todos aquellos que me brindaron su apoyo y me motivaron a la culminación de este proyecto, especialmente a Octavio y Norma, que por mi lejanía de Santiago fueron fundamentales para la llegada a buen puerto de esta memoria.

Muchas gracias a todos....

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Aspectos Generales.....	3
2.2 Métodos de Medición del Rendimiento de las Salas de Ordeña.....	4
2.3 Factores que Afectan el Rendimiento de las Salas de Ordeña.....	5
2.4 Antecedentes Nacionales sobre Rendimientos de las Salas de Ordeña.....	6
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo General.....	9
3.2 Objetivos Específicos.....	9
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
4.1 Localización del Estudio y Características de las Salas.....	11
4.2 Caracterización de los Predios, Descripción de las Instalaciones y del Manejo de Ordeño.....	12
4.3 Medición de los Tiempos de Rutina de Trabajo y Rendimientos de las Salas.....	12
4.4 Análisis de Resultados.....	14
4.4.1 Caracterización de los rebaños.....	14
4.4.2 Descripción de las salas de ordeña.....	15
4.4.3 Descripción de las rutinas y procedimientos de ordeño.....	16
4.4.4 Evaluación de los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas y según el tipo de sala.....	16
4.4.5 Evaluación de los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, según número de puestos por lado y número de unidades por operador, por tipo de sala.....	16
4.4.6 Análisis descriptivo de factores potencialmente relacionados con los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores.....	17
4.4.7 Evaluación de los indicadores de rendimiento en el total de salas y según el tipo de sala.....	17
4.4.8 Evaluación de los indicadores de rendimiento, según número de puestos por lado y número de unidades por operador, por tipo de sala.....	18
4.4.9 Análisis del efecto de algunos factores sobre los indicadores de rendimiento de las salas.....	18
4.4.10 Relaciones entre los indicadores de rendimiento de las salas y los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores.....	19
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
5.1 Caracterización de los Rebaños.....	20
5.2 Descripción General de las Salas de Ordeña.....	21
5.2.1 Tamaño de las salas.....	21
5.2.2 Número de puestos por unidad de las salas.....	24
5.2.3 Número de ordeñadores por sala.....	25
5.2.4 Número de unidades por ordeñador.....	28
5.2.5 Alimentación en sala.....	31
5.2.6 Diseños de los patios de espera de las salas.....	32
5.2.7 Luminosidad de las salas y pendientes de los patios de espera.....	33
5.2.8 Diseños y dimensiones de las entradas y salidas de las salas.....	35
5.2.9 Descripción de los parámetros de funcionamiento de los equipos de ordeña.....	38
5.2.9.1 Nivel de vacío.....	38
5.2.9.2 Frecuencia y relación de pulsación.....	39

5.2.9.3 Flujo y tiempo de retirado.....	40
5.3 Descripción de las Rutinas y Procedimientos de Ordeño	40
5.3.1 Rutinas de ordeño	40
5.3.2 Procedimientos de ordeño.....	42
5.4 Evaluación de los Tiempos y Movimientos de la Rutina de Trabajo de los Ordeñadores	50
5.4.1 Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas evaluadas.	50
5.4.2 Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores, según el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	51
5.4.3 Tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, según número de puestos por lado, número de unidades por operador y tipo de sala (línea simple y línea doble).....	53
5.4.3.1 Tiempo de entrada	53
5.4.3.2 Tiempo de preparación	58
5.4.3.3 Tiempo de colocación de las unidades	62
5.4.3.4 Tiempo de recolocación de las unidades	67
5.4.3.5 Tiempo de aplicación del dipping postordeño.....	70
5.4.3.6 Tiempo de salida.....	73
5.4.3.7 Tiempo total de la rutina esencial (TRTe).....	76
5.4.3.8 Tiempo de actividades misceláneas.....	81
5.4.3.9 Tiempo ocioso del ordeñador	84
5.4.3.10 Tiempo ocioso y misceláneo como proporción del tiempo total de la rutina esencial	86
5.4.4 Análisis descriptivo de factores potencialmente relacionados con los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores	89
5.4.4.1 Diseño de los patios de espera y tiempo de entrada de las vacas	89
5.4.4.2 Diseño de las entradas y salidas de las salas, y tiempos de entrada y salida de las vacas	90
5.4.4.3 Luminosidad de la sala, pendiente del patio de espera y tiempo de entrada de las vacas	93
5.4.4.4 Alimentación en sala y tiempo de entrada de las vacas.....	94
5.4.4.5 Rutinas de ordeño, y tiempos de postura de la primera unidad y de rutina de trabajo esencial.....	95
5.4.4.6 Esquemas de preparación de pezones y tiempos de preparación.....	97
5.5 Evaluación de los Indicadores de Rendimiento de las Salas	98
5.5.1 Indicadores de rendimiento en el total de salas evaluadas.....	98
5.5.2 Indicadores de rendimiento, según el tipo de sala (línea simple y línea doble) ...	102
5.5.3 Indicadores de rendimiento, según número de puestos por lado, número de unidades por operador y tipo de sala (línea simple y línea doble).....	103
5.5.3.1 Vacas/hora/sala	103
5.5.3.2 Vacas/hora/ordeñador	112
5.5.3.3 Vacas/hora/unidad de ordeña.....	119
5.5.3.4 Vacas/hora/puesto (turnos por hora).....	125
5.5.3.5 Litros/hora/sala	132
5.5.3.6 Litros/hora/ordeñador	136
5.6 Análisis del Efecto de los Factores Incluidos en el Análisis de Varianza Sobre los Indicadores de Rendimiento de las Salas.....	144
5.6.1 Vacas/Hora/Sala, en base al tiempo de ordeño: V/H/S (TO)	145
5.6.2 Vacas/Hora/Sala, en base al tiempo sin distracciones: V/H/S (SD)	146

5.6.3 Vacas/Hora/Ordeñador: V/H/O	147
5.6.4 Vacas/Hora/Unidad: V/H/U.....	148
5.6.5 Vacas/Hora/Puesto: V/H/P	150
5.6.6 Litros/Hora/Sala: L/H/S	151
5.6.7 Litros/Hora/Ordeñador: L/H/O	152
5.7 Correlaciones entre los Indicadores de Rendimiento de las Salas y los Tiempos de Rutina de Trabajo de los Ordeñadores	153
5.7.1 Correlaciones entre vacas/hora/sala (TO) y los tiempos de rutina de trabajo	154
5.7.2 Correlaciones entre vacas/hora/sala (SD) y los tiempos de rutina de trabajo.....	155
5.7.3 Correlaciones entre vacas/hora/ordeñador y los tiempos de rutina de trabajo	156
5.7.4 Correlaciones entre vacas/hora/unidad y los tiempos de rutina de trabajo.....	157
5.7.5 Correlaciones entre vacas/hora/puesto (turnos por hora), y los tiempos de rutina de trabajo	157
5.7.6 Correlaciones entre litros/hora/sala y los tiempos de rutina de trabajo	158
5.7.7 Correlaciones entre litros/hora/ordeñador y los tiempos de rutina de trabajo	159
5.8. Resumen de Resultados y Proyecciones de la Investigación.....	161
6. CONCLUSIONES	171
7. BIBLIOGRAFÍA	174
8. ANEXOS	179

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción general de los predios según número de vacas ordeñadas, producción de leche, duración del ordeño y recuento de células somáticas.....	20
Cuadro 2. Distribución de las salas de ordeña según el número de puestos por unidad.....	24
Cuadro 3. Distribución del número de ordeñadores según el tamaño (puestos por lado) y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	26
Cuadro 4. Unidades por ordeñador según el número de puestos por unidad de las salas de ordeña.....	29
Cuadro 5. Distribución de las salas de ordeña según sistema de alimentación en sala	31
Cuadro 6. Distribución de las salas de ordeña según el tipo de patio de espera.....	32
Cuadro 7. Distribución de las salas de ordeña según luminosidad de la sala y pendiente del patio de espera	34
Cuadro 8. Distribución de las salas de ordeña según diseño de las entradas y salidas	37
Cuadro 9. Ancho de las entradas, salidas y pasillos de viraje de las salas (m).....	37
Cuadro 10. Nivel de vacío (kPa) según diseño de la línea de leche de los equipos de ordeña	39
Cuadro 11. Distribución de las salas de ordeña según el tipo de rutina de ordeño.....	42
Cuadro 12. Distribución de las salas de ordeña según el esquema de preparación de pezones preordeño	43
Cuadro 13. Distribución de las salas de ordeña según los procedimientos incluidos en la preparación de pezones preordeño.....	44
Cuadro 14. Distribución de las salas de ordeña según la realización de repaso	49
Cuadro 15. Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas evaluadas (seg/vaca).....	50
Cuadro 16. Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores según el tipo de sala (línea simple y línea doble), (seg/vaca)	52
Cuadro 17. Tiempos de entrada de las vacas a la sala según el tipo de patio de espera (seg/vaca).....	90
Cuadro 18. Tiempos de entrada y salida de las vacas según diseño de las entradas y salidas (seg/vaca).....	91
Cuadro 19. Tiempos de entrada de las vacas según luminosidad de la sala y pendiente del patio de espera (seg/vaca).....	94
Cuadro 20. Tiempos de entrada según el sistema de alimentación en sala (seg/vaca)	95
Cuadro 21. Tiempos de postura de la primera unidad (min) y tiempo de rutina de trabajo esencial (seg/vaca), según el tipo de rutina de ordeño.....	96
Cuadro 22. Tiempos de preparación (seg/vaca) según el esquema de preparación de pezones preordeño	97
Cuadro 23. Indicadores de rendimiento en el total de salas evaluadas.....	99
Cuadro 24. Indicadores de rendimiento de sala según el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	102
Cuadro 25. Efecto del número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y unidades por operador (UO), sobre los rendimientos.....	145
Cuadro 26. Rendimientos por rangos de número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y unidades por operador (UO).....	145

Cuadro 27. Coeficientes de correlación entre los indicadores de rendimiento de las salas y los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores	154
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución porcentual de las salas de ordeña según el número de puestos por lado	22
Figura 2. Distribución porcentual de las salas de ordeña según el número de unidades de ordeña manejadas por cada ordeñador	28
Figura 3. Tipos de ingresos de las vacas a la sala de ordeña	35
Figura 4. Tipos de salidas de las vacas de la sala de ordeña.....	36
Figura 5. Tiempos promedio de entrada de las vacas a la sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	56
Figura 6. Tiempos promedio de entrada de las vacas a la sala, según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	57
Figura 7. Tiempos promedio de preparación según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	61
Figura 8. Tiempos promedio de preparación según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	61
Figura 9. Tiempos promedio de colocación de unidades según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	64
Figura 10. Tiempos promedio de colocación de unidades según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	64
Figura 11. Distribución de las salas según el tiempo de postura de la primera unidad	66
Figura 12. Tiempos promedio de recolocación de unidades según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	68
Figura 13. Tiempos promedio de recolocación de unidades según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	69
Figura 14. Tiempos promedio de aplicación de dipping postordeño según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	71
Figura 15. Tiempos promedio de aplicación de dipping postordeño según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	72
Figura 16. Tiempos promedio de salida de las vacas de la sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	75
Figura 17. Tiempos promedio de salida de las vacas de la sala según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	75
Figura 18. Tiempos promedio de la rutina de trabajo esencial según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	80
Figura 19. Tiempos promedio de la rutina de trabajo esencial según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	80
Figura 20. Tiempos promedio en actividades misceláneas según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	82
Figura 21. Tiempos promedio en actividades misceláneas según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	83
Figura 22. Tiempos ociosos promedio del ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	85
Figura 23. Tiempos ociosos promedio del ordeñador según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	85

Figura 24. Tiempos ocioso y misceláneo promedio como proporción del tiempo total de la rutina esencial según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	88
Figura 25. Tiempos ocioso y misceláneo promedios como proporción del tiempo total de la rutina esencial según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	88
Figura 26. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (TO) según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	104
Figura 27. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (SD) según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	104
Figura 28. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (TO) según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	110
Figura 29. Promedios de rendimiento Vacas/hora/sala (SD) según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	110
Figura 30. Promedios de rendimiento vacas/hora/ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	116
Figura 31. Promedios de rendimiento vacas/hora/ordeñador según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	117
Figura 32. Promedios de rendimiento vacas/hora/unidad de ordeña según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	123
Figura 33. Promedios de rendimiento vacas/hora/unidad de ordeña según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	123
Figura 34. Promedios de rendimiento vacas/hora/puesto (turnos por hora), según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	130
Figura 35. Promedios de rendimiento vacas/hora/puesto (turnos por hora), según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	131
Figura 36. Promedios de rendimiento litros/hora/sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	134
Figura 37. Promedios de rendimiento litros/hora/sala según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	135
Figura 38. Promedios de rendimiento litros/hora/ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble).....	140
Figura 39. Promedios de rendimiento litros/hora/ordeñador según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)	141

RESUMEN

El objetivo principal fue evaluar los tiempos de rutina de trabajo y varios indicadores de rendimiento de salas de ordeña espina de pescado, de 6-24 puestos por lado: 14 con un puesto por unidad (línea doble) y 28 con dos puestos por unidad (línea simple). El estudio se realizó en predios con dos ordeños diarios, ubicados en las Regiones de Los Lagos y Los Ríos, Chile.

Se determinaron los tiempos de rutina de trabajo por vaca, mediante un recolector electrónico de datos y un software de análisis (PASS, DeLaval), midiéndose el Tiempo de Rutina de Trabajo esencial (TRTe), y los de sus componentes. PASS permitió medir también los tiempos en Actividades Misceláneas (TM), Ocioso (TO), la proporción TO + TM/TRTe y el tiempo de postura de la primera unidad (TPPU), así como los rendimientos vacas/hora/sala por tiempo de ordeño (V/H/S TO) y sin distracciones (V/H/S SD), y el rendimiento vacas/hora/ordeñador (V/H/O); entregando información con la que se calculó los indicadores vacas/hora/unidad (V/H/U), vacas/hora/puesto (V/H/P), litros/hora/sala (L/H/S) y litros/hora/ordeñador (L/H/O). Se describió estadísticamente los tiempos de rutina de trabajo, para el total de salas y por tipo (línea simple y doble). Mediante ANDEVA se estudió el efecto sobre cada indicador de rendimiento de los factores número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y de unidades por operador (UO). Las relaciones entre los indicadores de rendimiento y los tiempos de rutina de trabajo se estudiaron mediante análisis de correlación simple.

Los promedios de TRTe (65,3 seg/vaca) y TO + TM/TRTe (29,6%), fueron elevados; lo que indicaría un uso poco eficiente de la mano de obra y se relacionaría también con la elevada difusión de las rutinas completas de preparación. En promedio, el TPPU alcanzó a 1,8 minutos; realizándose en un 78,6% de las salas dentro de un rango aceptable. El promedio de TRTe tendió a ser levemente menor en las salas línea simple, en comparación a las línea doble, diferenciándose principalmente en la proporción TO + TM/TRTe (23,7 y 41,4%, respectivamente), fundamentalmente por el mayor TO de las salas línea doble. La evaluación del TRTe demostraría que el promedio de 64,4 seg/vaca de TRTe de las salas línea simple superó sólo en 9% al valor recomendable, fundamentalmente por un alto tiempo de preparación; mientras que el promedio de TRTe de las salas línea doble (67,2 seg/vaca), excedió en un 39% el valor recomendado, debido a tiempos excesivos en todos los elementos del TRTe, excepto en el de salida.

Independientemente de su tamaño, las salas línea simple mostraron mayores promedios de rendimiento en comparación a las línea doble, para los indicadores V/H/S (TO), V/H/O, V/H/U y L/H/O: 89,1 y 80,1 ($P = 0,019$); 46,1 y 36,9 ($P = 0,034$); 6,5 y 4,1 ($P < 0,001$); y 960,3 y 920,1 ($P = 0,003$); respectivamente. En cambio, las salas línea doble superarían a las línea simple, en lo referente a V/H/P: 4,1 y 3,3 ($P = 0,005$). No se encontró diferencias entre las salas línea simple y doble, en sus rendimientos V/H/S (SD) y L/H/S: 97,6 y 85,4 ($P = 0,087$); 1.831,3 y 1.980,3 ($P = 0,064$), respectivamente. Los resultados del análisis de los factores incluidos en el modelo estadístico, además del NPU, sobre cada indicador de rendimiento evaluado en el total de salas fueron los siguientes. El rendimiento V/H/S (TO) resultó afectado por el NPPL ($P < 0,001$) y NPVD ($P = 0,002$), pero no por las UO ($P =$

0,516). El rendimiento V/H/S (SD) también fue afectado por los factores NPPL ($P = 0,001$) y NPVD ($P = 0,005$), y tampoco se relacionó con las UO ($P = 0,749$). Ambos indicadores de rendimiento aumentaron al incrementarse el NPPL de las salas y disminuyeron con el aumento del NPVD. El rendimiento V/H/O fue afectado por los factores NPVD ($P = 0,009$) y UO ($P < 0,001$), pero no por el NPPL ($P = 0,197$); verificándose una reducción en los valores de este indicador de rendimiento al incrementarse el NPVD y un aumento notorio en sus promedios con el incremento de las UO. El rendimiento V/H/U fue afectado por los factores NPPL ($P = 0,031$) y NPVD ($P = 0,002$), pero no por las UO ($P = 0,264$); encontrándose una relación negativa de ambos con este indicador de rendimiento, la cual fue menos evidente en el caso del NPPL. El rendimiento V/H/P se vio influenciado por el NPPL ($P = 0,015$) y NPVD ($P < 0,001$), pero no por el factor UO ($P = 0,110$); estableciéndose una relación inversa entre este indicador de rendimiento, tanto con el NPPL como con el NPVD. El rendimiento L/H/S sólo fue afectado por los factores NPPL ($P < 0,001$) y NPVD ($P = 0,008$), observándose un aumento en los promedios de este indicador de rendimiento, con el incremento del NPPL y NPVD. Se encontraron efectos significativos sobre el rendimiento L/H/O, para los factores NPVD ($P = 0,001$) y UO ($P < 0,001$), pero no para el NPPL ($P = 0,094$); incrementándose este indicador al aumentar tanto el NPVD como las UO, correspondiendo a este último factor el efecto más notorio.

El TRTe y la mayoría de sus componentes se relacionó en forma negativa y significativa con los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, L/H/S y L/H/O; principalmente debido a las correlaciones negativas encontradas entre el tiempo de preparación y cada uno de estos indicadores. La relación más estrecha entre el TRTe y dichos indicadores correspondió al rendimiento V/H/O ($r = -0,87$; $P < 0,001$) y la más baja al rendimiento V/H/S (SD): $r = -0,62$; $P < 0,001$. Los rendimientos V/H/U y V/H/P no se verían influenciados por el TRTe. El TM, TO y la proporción TO + TM/TRTe se relacionaron significativamente sólo con algunos indicadores de rendimiento; en el caso del TM con los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), L/H/O y V/H/O: $r = -0,37$; $P = 0,015$; $r = 0,39$; $P = 0,011$; $r = -0,42$; $P = 0,006$; $r = -0,55$; $P < 0,001$; respectivamente, y en el del TO, con los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/U y V/H/O: $r = -0,32$; $P = 0,039$; $r = -0,34$; $P = 0,028$; $r = -0,42$; $P = 0,005$; $r = -0,51$; $P = 0,001$; respectivamente. El único indicador que se relacionó con el proporción TO + TM/TRTe fue el rendimiento V/H/P ($r = 0,46$; $P = 0,002$); relación que podría reflejar la coincidencia del mayor rendimiento V/H/P de las salas línea doble respecto a las línea simple, con valores más elevados de TM, TO y TO + TM/TRTe.

Los resultados obtenidos para el TRTe y sus componentes, así como para el TM, TO y TO + TM/TRTe, podrían utilizarse como valores de referencia en la evaluación de la rutina de trabajo de los ordeñadores y contribuir a la solución de problemas de rendimiento, en salas de características similares a las incluidas en el estudio. Se concluye que existe un potencial importante de mejoramiento de los rendimientos de las salas espina de pescado de la zona sur de Chile, particularmente de las salas línea doble, disminuyendo los tiempos de todos los componentes del TRTe, a lo que contribuiría la reducción del TM y el TO. Para ello, debería aumentarse la eficiencia de uso de la mano de obra, mediante el incremento del número de unidades por operador y dotar las salas de ordeña de un mayor grado de automatización.

SUMMARY

The main purpose was to evaluate the work routine time and some performance indicators of herringbone milking parlors, with 6 to 24 stalls per side: 14 with one stall per unit (doubled up, DP) and 28 with two stalls per unit (swing parlor, SP). The study was made in farms with two milkings per day, placed in Los Lagos (X) and Los Ríos (XIV) regions, Chile.

The time working routine per cow was evaluated, using an electronic data logger and one analysis software (PASS, DeLaval), measuring essential Working Routine Time (eWRT), and its components. PASS allowed the measurement of Miscellaneous Action Time (MAT), Operator Idle Time (OIT), the OIT + MAT/eWRT proportion and the first unit on time (FUOT). Also the cows milked per hour performance in terms of milking time (Cows/h MT), as well as steady state (Cows/h SS), and the cow/hour per operator (Cows/h/op) with which information the following indicators were calculated; cows/hour per unit (Cows/h/unit), cows/hour per stall or turns per hour (Cows/h/stall), liters/hour (Liters/h) and liters/hour per operator (Liters/h/op). A statistical description about working routine was made, including the total of parlors and parlour type (swing or doubled up). Using ANOVA, the effect over each performance indicator of number of stalls per side (NSS), cow/day production level (CDPL), number of stalls per unit (NSU) and units per operator (UO), were evaluated. The relation between the performance indicators and time working routines were studied by a simple correlation analysis.

The averages of eWRT (65.3 sec/cow) and OIT + MAT/eWRT (29.6%), were evaluated; which means an inefficient use of the labor and it is related to the highly used of complete preparation routines. In average, the FUOT reached 1.8 minutes; being performed in 78.6% from the parlors in an acceptable range. The average of eWRT tended to be slightly lower for SP, compared to DP, differing mainly because of the rate OIT + MAT/eWRT (23.7 y 41.4%, respectively), mainly because of the higher OIT in DP. The evaluation of eWRT showed that the average of 64.4 sec/cow from eWRT in SP exceeded only in a 9% the recommended value, because a higher udder preparation time; while the average of eWRT for DP (67.2 sec/cow), exceeded in a 39% the recommended value, due to excessive times in all eWRT elements, with the exception on exit time.

Independently of their size, the SP showed higher performance averages comparing to DP, for Cows/h (MT), Cows/h/op, Cows/h/unit and Liters/h: 89.1 y 80.1 (P = 0.019); 46.1 y 36.9 (P = 0.034); 6.5 y 4.1 (P < 0.001); y 960.3 y 920.1 (P = 0.003); respectively. Instead, the DP are better than SP, respect to a Cows/h/stall: 4.1 y 3.3 (P = 0.005). No differences between SP and DP were found in relation to their performance in Cows/h (SS) and Liters/h: 97.6 y 85.4 (P = 0.087); 1.831,3 y 1.980,3 (P = 0.064), respectively. The results for the analysis of the factors included in the statistical model, in addition to the NSU, over each performance indicator evaluated in the total of parlors, were as follows: The Cows/h (MT) and Cows/h (SS) performance were positively affected by the NSS and negatively affected by CDPL (P < 0.005), but not for the UO (P >0.05). Cows/h/op was affected by CDPL (P = 0.009) and UO (P < 0.001), but not for NSS (P = 0.197) verifying a reduction in this indicator when CDPL increases and a noticeable increment in its average once UO increases. Cows/h/unit was affected by NSS (P = 0.031) and CDPL (P = 0.002) but not for

UO ($P = 0.264$) resulting in a negative relation in both performance indicators, which was less evident in the NSS. The Cows/h/stall was negatively influenced by the NSS ($P = 0.015$) and CDPL ($P < 0.001$), but not for the UO ($P = 0.110$). Liters/h performance was only affected by NSS ($P < 0.001$) and CDPL ($P = 0.008$), increasing its value when NSS and CDPL increased. Significant and positive effects were found for Liters/h/op due to the effect of CDPL ($P = 0.001$) and UO ($P < 0.001$), but not for NSS ($P = 0.094$).

The eWRT and most of its components were related in a negative and significant way with the following indicators: Cows/h (MT), Cows/h (SS), Cows/h/op, Liters/h y Liters/h/op, mostly because of the negative correlations found between the udder preparation time and each of these indicators. The closest relation between the eWRT and its indicators was with Cows/h/op ($r = -0.87$; $P < 0.001$), and the lowest one with Cows/h (SS): $r = -0.62$ ($P < 0.001$). The Cows/h/unit and Cows/h/stall were not influenced by eWRT. The MAT, OIT and the OIT + MAT/eWRT proportion were significantly related just with some performance indicators. For MAT with Cows/h (MT), Cows/h (SS), Liters/h/op and Cows/h/op: $r = -0.37$, ($P = 0.015$), $r = 0.39$ ($P = 0.011$), $r = -0.42$ ($P = 0.006$), $r = -0.55$, ($P < 0.001$), respectively, and for OIT with Cows/h (MT), Cows/h (SS), Cows/h/unit and Cows/h/op: $r = -0.32$, ($P = 0.039$), $r = -0.34$ ($P = 0.028$), $r = -0.42$ ($P = 0.005$), $r = -0.51$ ($P = 0.001$), respectively. Cows/h/stall ($r = 0.46$; $P = 0.002$) was the only one indicator related with OIT + MAT/eWRT; relation that could reflect the coincidence of the bigger Cows/h/stall performances of the DP against the SP which have the higher levels of MAT, OIT and OIT + MAT/eWRT.

The results for the eWRT and its components, and also for the MAT, OIT and OIT + MAT/eWRT, could be used as referent values in the evaluation of the workers' job routine and contribute to get a solution to the performance problems in parlors of similar characteristics to the ones included in this study. It concludes that there is an important potential to improve the performances of the herringbone parlors in the South of Chile, particularly in the double up parlors, decreasing the times of all eWRT components which could contribute to the reduction of the MAT and the OIT. To do that, the labor efficiency should be raised by increasing the number of units and investing in a better automation of the parlors.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche bovina constituye una actividad empresarial de elevada complejidad y alto nivel de inversión, donde el proceso de recolección del producto reviste particular importancia. Por una parte, la sala de ordeña representa probablemente la mayor inversión individual en infraestructura de un plantel lechero, en tanto que el ordeño es la labor que demanda un mayor tiempo; lo que explicaría que esta operación incida de manera importante en el costo de mano de obra y en el costo total por litro de leche. A causa de esto, es de suma importancia identificar los principales factores que determinan el rendimiento de las salas y evaluar su eficiencia de operación como un componente crítico del manejo, ya que aumentos significativos en el rendimiento de esta área pueden llegar a tener un gran efecto en la rentabilidad, aspecto que debería ser considerado en el mejoramiento de la competitividad que requiere la producción lechera chilena.

El rendimiento de la sala está dado por el número de vacas que pueden ser ordeñadas en un periodo de tiempo, siendo el resultado de la interacción entre el operador u operadores, la máquina de ordeña, el tipo y diseño de sala y los animales; informándose generalmente en términos de vacas/hora/ordeñador. Aunque este indicador posibilita establecer comparaciones confiables entre salas, no permite explicar las diferencias de eficiencia ni identificar los problemas. Ello puede lograrse mediante los estudios de tiempos y movimientos, que permiten evaluar el rendimiento de las salas y analizar detalladamente cada paso del proceso. En lo esencial, este tipo de estudio corresponde a la recolección de datos para establecer y evaluar el tiempo de rutina de trabajo en las salas. Los datos básicos, o elementos de la rutina de trabajo de los ordeñadores, incluyen los tiempos de: entrada de las vacas, preparación, colocación de las unidades de ordeña, recolocación de las mismas, retirado de las unidades, dipping postordeño de pezones y salida de las vacas, y el tiempo dedicado a actividades misceláneas y el tiempo ocioso del operador.

Considerando la escasa literatura nacional sobre el tema, se estimó necesario generar información completa y actualizada sobre los rendimientos de los principales tipos de salas de ordeña utilizadas en Chile, basado en un sistema computacional de registro, análisis y

simulación; información orientada a mejorar la toma de decisiones en la selección, diseño y operación de las salas. Esta memoria de título tuvo como objetivos principales describir y evaluar los tiempos y movimientos del ordeño, así como varios indicadores de rendimiento en salas espina de pescado de la zona sur, contribuyendo de esta manera a establecer parámetros reales para el tipo de sala más difundido en el país, acordes con la realidad de los sistemas productivos de la zona.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos Generales

Se reconoce que las instalaciones de ordeña constituyen generalmente la principal inversión en infraestructura de un plantel lechero (Thomas *et al.*, 1996; Jones, 1998; Pérez, 2001; St-Pierre, 2004). A su vez, el ordeño es la labor que demanda mayor tiempo, por lo que el aumento de la productividad en esta área tiene un gran efecto en el mejoramiento de la eficiencia global de la mano de obra (Whipp, 1992). De acuerdo a este último autor, al menos el 40% del tiempo del personal de una lechería es empleado en el ordeño y tareas asociadas. Ello explicaría que el costo de mano de obra pueda representar hasta el 80-87% de los costos anuales de ordeño (Bickert y Armstrong, 1978), razón por la cual un mejoramiento del rendimiento de ordeño disminuye el costo de producción por litro de leche (Smith *et al.*, 2005).

En consecuencia, la optimización de la eficiencia de ordeño puede contribuir al mejoramiento de la rentabilidad de una empresa lechera, aspecto que cobra importancia creciente debido al aumento sostenido del tamaño de los rebaños a nivel mundial (Smith *et al.*, 2005) y nacional (Anrique, 2005), lo que plantea la necesidad de ordeñar rápidamente las vacas en salas cada vez más grandes, compatibilizando el mejoramiento de los rendimientos de las salas con la obtención de leche de alta calidad (Smith *et al.*, 2005). Sin embargo, debe tenerse presente que las decisiones concernientes a la selección y operación de una sala de ordeña, son a veces las más complicadas que un productor lechero puede enfrentar (Smith *et al.*, 2005). Ello obedecería en gran medida a que existe poca información aplicable a la predicción del rendimiento de las salas, al modificar algún factor que potencialmente lo afecte y que la mayoría de la información corresponde a salas relativamente pequeñas (Thomas *et al.*, 1996).

2.2 Métodos de Medición del Rendimiento de las Salas de Ordeña

El método más común de registro de los datos de tiempos y movimientos es mediante un cronómetro y planillas de registro, utilizando una medición continua a partir del ingreso de la primera vaca a la sala, o una de “flyback”, con retroceso del cronómetro a 0 para cada fase sucesiva de la rutina, siendo importante en cualquiera establecer los puntos específicos que separen una fase del trabajo de la siguiente, denominadas “elementos” en la planilla de recolección de datos. Después de completado el ordeño, es necesario sumar los tiempos correspondientes a cada elemento y dividir los tiempos totales por el número de vacas ordeñadas, obteniéndose a partir de estos datos el Tiempo de Rutina de Trabajo por vaca (TRT). Estos estudios también pueden hacerse mediante grabaciones de videos durante el ordeño, siendo necesario transformar previamente los datos a una forma escrita, para luego ser analizados mediante los métodos tradicionales, lo que al igual que en el caso del uso de un cronómetro y planillas manuales de registro significa tiempo adicional (Armstrong y Quick, 1986). Según Chang *et al.* (1992), este tipo de estudios estarían limitados por la falta de una herramienta automática de recolección y evaluación de los datos.

Debido a lo anterior, se han desarrollado sistemas computacionales que permiten medir y evaluar el rendimiento de las salas, o simularlo para su análisis: COMPARES (Chang *et al.*, 1992), SLAMSYSTEM (Thomas *et al.*, 1996) y PASS (Jones, 1998). El sistema COMPARES fue desarrollado para simplificar la evaluación de las operaciones de las salas de ordeña, con especial énfasis en las actividades del operador, utilizando un microcomputador de mano para la recolección de la información, que luego es descargada a un microcomputador compatible IBM, para realizar un análisis y generar un reporte (Barry *et al.*, 1992). A su vez, PASS (Parlor Analysis and Simulation System), es una herramienta orientada a la recolección de datos de tiempo y movimiento, y su análisis automático, basado en que el máximo rendimiento en términos de vacas/hora/ordeñador (V/H/O), está determinado por la relación entre los segundos de 1 hora (3.600) y los segundos empleados en el TRT por vaca. PASS puede ser usado para planificar los rendimientos de nuevas salas, evaluar la eficiencia de salas ya existentes, mejorar la precisión de las recomendaciones, y documentar el resultado de las intervenciones (Jones, 1998).

2.3 Factores que Afectan el Rendimiento de las Salas de Ordeña

El rendimiento puede variar ampliamente debido a numerosos factores, entre los que se incluyen el tipo de sala (Armstrong y Quick, 1986), su tamaño o capacidad (Armstrong y Quick, 1986; Barry *et al.*, 1992), que la instalación sea remodelada o nueva (Armstrong *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 1997), número de puestos por unidad (Whipp, 1992), diseño de la sala (entradas, salidas, líneas de retorno), (Bickert y Armstrong, 1978; Armstrong y Quick, 1986; Armstrong *et al.*, 1994), diseño del patio de espera (Armstrong *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 1997), y mecanización o automatización, incluyendo el uso de retiradores de unidades (Bickert y Armstrong, 1978; Whipp, 1992; Smith *et al.*, 2005). Además, el rendimiento de las salas puede ser influenciado por diversos factores relacionados con el manejo, como procedimientos higiénicos preordeño (Bickert y Armstrong, 1978; Armstrong *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 2005), alimentación en sala (Bickert y Armstrong, 1978; Whipp, 1992), número de operadores (Armstrong *et al.*, 1994), organización de la rutina de ordeño (Whipp, 1992), duración de la sesión de ordeño (Bickert y Armstrong, 1978) y frecuencia de ordeño (Whipp, 1992; Armstrong *et al.*, 1994). Este último factor se relaciona con la diferente producción de las vacas ordeñadas 2 o 3 veces al día, describiéndose una disminución del rendimiento a medida que aumenta el nivel productivo (Armstrong y Quick, 1986). La eficiencia también puede verse afectada por fallas en el equipo de ordeña (Armstrong y Quick, 1986).

Muchos de los factores mencionados pueden afectar directa o indirectamente el TRT por vaca, el cual se relaciona inversamente con la eficiencia de la sala (Barry *et al.*, 1992). Ello explica en parte los menores rendimientos de las salas de ordeña en Estados Unidos, donde generalmente se utilizan rutinas completas de preparación, en comparación con los logrados en Europa y Nueva Zelanda, donde predominan las rutinas mínimas, que demandan menos tiempo (Armstrong *et al.*, 1994). Esto puede ilustrarse con los antecedentes entregados por Smith *et al.* (2005), según los cuales los rendimientos correspondientes a una rutina mínima (12-18 seg/vaca) y completa (24-32 seg/vaca), alcanzarían a 5,2 y 4,4 vacas/hora/unidad de ordeña (V/H/U), respectivamente.

Con respecto al tipo de sala, se reconoce que el diseño en espina de pescado, es uno de los más eficientes dentro de las salas convencionales, lo que se refleja en su gran difusión en diversos países (Whipp, 1992; Armstrong *et al.*, 1994), incluyendo Chile (Bezama, 1991). Su alto rendimiento se basa en que las vacas se manejan en grupos, ubicados angularmente en ambos lados de la sala respecto a un pozo central de ordeño, lográndose una corta distancia entre ubres (0,95 a 1,13 m), minimizando así el desplazamiento de los ordeñadores y la longitud total de la sala (Bickert y Armstrong, 1978; Whipp, 1992; Armstrong *et al.*, 1994). En rebaños grandes la eficiencia de este tipo de sala puede disminuir debido a una longitud excesiva, lo que en Estados Unidos se ha subsanado en parte mediante la instalación de sistemas de salida rápida de las vacas (Armstrong *et al.*, 1994).

2.4 Antecedentes Nacionales sobre Rendimientos de Salas de Ordeña

En un estudio de prevalencia de mastitis en la Región Metropolitana, se obtuvo antecedentes referentes a eficiencia de ordeño en 22 predios con ordeño mecánico, 16 de los cuales disponían de equipos con tuberías de conducción de leche, instalados mayoritariamente en salas espina de pescado (81,3%), de 4-18 unidades, predominando las salas línea simple, denominadas comúnmente salas de tipo pendular (dos puestos por unidad), con un bajo grado de automatización, manejadas principalmente por 2 ordeñadores, con una relación de 3-4 unidades/ordeñador. La eficiencia de ordeño varió notablemente entre predios, e incluso para un mismo tipo de equipo y sala. Los valores correspondientes a salas espina de pescado fueron $5,64 \pm 1,43$ V/H/U; $21,19 \pm 7,90$ V/H/O y $150,88 \pm 66,15$ litros/hora/ordeñador (L/H/O). Los promedios de todos los indicadores denotan un bajo rendimiento, atribuible principalmente al elevado TRT, estimado en un promedio de 2,9 min/vaca, así como a un tiempo de unidad excesivo (7,14 min), en relación al promedio de producción por ordeño (7,04 l/vaca), pudiendo también estar afectados dichos valores por la metodología de medición de los rendimientos utilizada en dicho trabajo (Bezama, 1991).

Cuadra (1999) evaluó los movimientos de la rutina de ordeño de la tarde, en 33 predios de la provincia de Ñuble, con salas de tipo pendular, la mayoría de las cuales probablemente eran salas espina de pescado, donde predominaban los equipos de 8 o menos unidades (75,8%), retiradas casi en la totalidad de los casos manualmente (97,0%), sin evidenciar mayores problemas en los tiempos de preparación, pero sí en el tiempo transcurrido entre el fin de ésta y la colocación de las unidades, ya que en el 90,9% de los casos se adicionaban $2,7 \pm 0,97$ min al tiempo de preparación, afectando negativamente la eficiencia operacional. El tiempo de permanencia total de las vacas en la sala fue elevado ($13,18 \pm 2,44$ min), reflejando principalmente un tiempo excesivo entre el retiro de las unidades y la aplicación del dipping postordeño, puesto que en el 64,3% de los predios donde no se realizaba inmediatamente este procedimiento, dicho tiempo alcanzó a $2,6 \pm 1,53$ min; pudiendo contribuir secundariamente a ello el sobreordeño. Estos resultados explicarían los promedios relativamente bajos obtenidos para los rendimientos V/H/U de las salas: 4,9; 4,6 y 4,6 V/H/U, para las instalaciones de 4, 6 y 8 unidades, respectivamente.

En otro estudio realizado en salas de ordeña aparentemente de tipo pendular, donde tampoco se especifica si todas ellas eran salas espina de pescado, el número de ordeñadores, ni la producción por vaca, se caracterizó y evaluó los tiempos de los movimientos de preordeño, ordeño y postordeño de las jornadas de la tarde, en 41 lecherías de la provincia de Bío-Bío, cuyos equipos mayoritariamente tenían menos de 12 unidades (80,5%), con sistema de retirado manual (92,7%). En general, el tiempo de preparación fue adecuado ($35,13 \pm 16,48$ seg), observándose valores elevados para el tiempo entre el término de la preparación y la colocación de las unidades ($106,10 \pm 73,85$ seg), por lo que el tiempo total de preordeño superó lo aceptable en el 87,8% de las salas ($\geq 1,5$ min), (Jarpa, 2001).

El promedio de 6,3 V/H/U, muestra un mejor rendimiento en comparación a los valores determinados por Cuadra (1999), lo que se relacionaría con menores tiempos de preordeño y principalmente con la mayor rapidez con que se realizaba el dipping postordeño de pezones después de retiradas las unidades: $12,43 \pm 12,29$ seg, dado que no hubo grandes diferencias entre estudios en cuanto a tiempo de ordeño por vaca, lo que explicaría los

valores más bajos obtenidos por Jarpa (2001), para la permanencia total de las vacas en la sala ($10,08 \pm 2,45$ min).

Estévez y Marín (1991), evaluaron la eficiencia operacional en 30 salas espina de pescado, de predios lecheros ubicados en la antigua Décima Región de Los Lagos, actuales Regiones de Los Ríos y Los Lagos. Además de los rendimientos V/H/O, V/H/U y L/H/O, se estudiaron los indicadores de rendimiento litros/hora/unidad (L/H/U) y vacas/hora/sala (V/H/S). En general, los resultados de este estudio muestran rendimientos más elevados, en comparación a los indicadores de rendimiento evaluados en los trabajos nacionales citados previamente.

Los promedios de rendimiento obtenidos en 23 salas línea simple (dos puestos por unidad), cuyo tamaño varió entre 6-12 puestos por lado, alcanzaron respectivamente a 30,77 V/H/O; 7,79 V/H/U; 180,21 L/H/O y 46,04 L/H/U. Los promedios correspondientes a los rendimientos V/H/S real y teórico fueron 62,09 y 66,93; respectivamente. Estos últimos indicadores equivaldrían respectivamente a los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD) evaluados en el presente estudio, los cuales aparecen definidos más adelante. En el mismo estudio, se evaluaron los rendimientos de 7 salas línea doble (un puesto por unidad), de 4-8 puestos por lado, determinándose los siguientes promedios: 33,10 V/H/O; 5,63 V/H/U; 184,38 L/H/O; 32,64 L/H/U; 63,61 V/H/S real y 69,31 V/H/S teórico (Estévez y Marín, 1991).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Describir y evaluar los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores y los rendimientos de salas espina de pescado.

3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar las salas de ordeña e instalaciones anexas, y describir algunos factores de manejo relacionados con el ordeño.
2. Describir las rutinas y los procedimientos de ordeño utilizados en las salas en estudio.
3. Describir y evaluar el tiempo de la rutina de trabajo esencial y los tiempos de cada elemento que la componen, el tiempo destinado a actividades misceláneas y el tiempo ocioso de los ordeñadores, en el total de salas y por tipo de sala: línea simple (dos puestos por unidad) y línea doble (un puesto por unidad).
4. Describir y evaluar dichos tiempos en salas línea simple y línea doble, de acuerdo al número de puestos por lado y número de unidades por operador.
5. Analizar descriptivamente algunos factores potencialmente relacionados con los tiempos de la rutina de trabajo.
6. Describir y evaluar algunos indicadores de rendimiento de las salas de ordeña (vacas/hora/sala, vacas/hora/ordeñador, vacas/hora/unidad de ordeña, vacas/hora/puesto, litros/hora/sala y litros/hora/ordeñador), en el total de salas y por tipo de sala.
7. Describir y evaluar estos indicadores de rendimiento en las salas línea simple y línea doble, según el número de puestos por lado y número de unidades por operador.

8. Analizar el efecto de algunos factores (número de puestos por lado, producción diaria de leche por vaca, número de puestos por unidad de ordeña y número de unidades por operador), sobre los indicadores de rendimiento de las salas.

9. Analizar la relación entre los indicadores de rendimiento de las salas y los tiempos de la rutina de trabajo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Localización del Estudio y Características de las Salas

El estudio se realizó entre Noviembre de 2008 y Mayo de 2009, en 42 predios lecheros con dos ordeños diarios, ubicados en la Región de los Lagos y la Región de los Ríos, con control lechero oficial o privado. Las evaluaciones de los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, se efectuaron con el consentimiento de los propietarios, en el segundo ordeño del día, sin aviso previo, para alterar lo menos posible los procedimientos habituales de ordeño.

Se incluyeron sólo salas espina de pescado, de 6 o más puestos por lado, por estimarse que este tipo y tamaño de sala sería el más representativo de las instalaciones de ordeña utilizadas en los rebaños lecheros de la zona sur. Las salas estudiadas comprendieron dos grupos distintos según el número de puestos por unidad: un puesto por unidad (línea doble) y dos puestos por unidad (línea simple).

En cuanto a la metodología de recolección de los datos, el estudio se dividió en dos partes. La primera consistió en la determinación de los tiempos de rutina de trabajo, con un recolector de datos electrónico durante una sesión de ordeño completa (Anexo 1). La segunda parte estuvo orientada a la caracterización de cada uno de los predios incorporados al estudio y a la descripción de los factores que podrían incidir en los tiempos de rutina de trabajo e indicadores de rendimiento, incluyendo las principales variables de funcionamiento de los equipos de ordeña, utilizando para ello una planilla de registro de datos (Anexo 2).

4.2 Caracterización de los Predios, Descripción de las Instalaciones y del Manejo de Ordeño

Basado en la planilla de registro (Anexo 2), se obtuvo información que permitió caracterizar los predios, así como describir detalladamente las instalaciones y procedimientos de ordeño, y contar con datos básicos sobre el funcionamiento de los equipos. Los antecedentes se obtuvieron de los registros del predio, consultas al propietario o encargado, y observación directa, desde aproximadamente una hora antes hasta una hora después del ordeño sometido a evaluación. Esta información se utilizó también para identificar factores potencialmente relacionados con el tiempo de rutina de trabajo de los ordeñadores, que pudieran eventualmente afectar el rendimiento de las salas, y calcular sus rendimientos en términos de litros/hora/sala y litros/hora/ordeñador. En el caso de las variables de funcionamiento de los equipos de ordeña, se procedió a realizar al menos dos mediciones del nivel de vacío de trabajo, frecuencia de pulsación y relación de pulsación, en 41 de las 42 instalaciones en estudio, basado en lo establecido en la Norma ISO 6690 (ISO, 2007). Una vez obtenida esta información, se calcularon los promedios de estas variables para cada una de las salas evaluadas. No se midió la configuración de los retiradores automáticos, considerándose para este estudio la configuración por defecto establecida por el fabricante.

4.3 Medición de los Tiempos de Rutina de Trabajo y Rendimientos de las Salas

Para medir los tiempos de rutina se utilizó el sistema PASS de DeLaval, el cual consta de dos sistemas computacionales; uno portátil para la recolección de datos en la sala y un software de análisis de datos. El recolector de datos está diseñado de manera tal que se puede ingresar una diversidad de eventos realizados por uno o más operadores, los que son guardados en un archivo de datos, con el valor del tiempo respectivo, expresado en segundos por vaca. En el anexo 1 se presentan las funciones de registro que pueden lograrse, con cada una de las teclas del recolector de datos electrónico.

Dependiendo del evento, es posible determinar el lado de la sala en que ocurrió y el operador que lo realizó. Los datos son asignados a una de cinco categorías de trabajo, con el tiempo correspondiente a cada una, expresado como promedio por vaca para las actividades 2, 3 y 4, y tiempo total por ordeñador para las actividades 1 y 5:

1. Tiempo de Actividades Generales (TAG), no relacionadas directamente con las vacas, que comprenden principalmente la preparación de la sala antes del ordeño y su limpieza después del ordeño. Estas actividades influyen en un tipo de eficiencia que no se evaluó en este estudio, correspondiente a los rendimientos en base al tiempo total de tarea (Barry *et al.*, 1992).

2. Tiempo de Rutina de Trabajo esencial (TRTe). Incluye 7 actividades esenciales asociadas específicamente al ordeño de las vacas: entrada, preparación, colocación de unidades, retiro de unidades, recolocación de unidades, dipping postordeño y salida. El tiempo de retiro de las unidades, no se considera cuando el equipo de ordeña cuenta con retiradores automáticos. En conjunto, estas actividades constituyen el TRTe, el cual representa la suma de los tiempos ocupados en cada vaca para completar las actividades esenciales.

3. Tiempo de Actividades Misceláneas (TM). Comprende toda actividad asociada directamente a las vacas, no identificada dentro de las 7 esenciales, como lavado de guantes y pechera, o limpieza de los utensilios de trabajo. Si las actividades misceláneas son frecuentes, aumentan el trabajo de los ordeñadores y pueden reducir el rendimiento de la sala.

4. Tiempo Ocioso (TO). Corresponde a aquel que ocupan los ordeñadores esperando realizar alguna actividad, por lo que un tiempo ocioso elevado se considera habitualmente un buen indicador de exceso de mano de obra en la sala, que disminuye el rendimiento de ordeño.

5. Tiempo Fuera de la Sala (TFS). Incluye trabajos relacionados al ordeño, realizados ocasionalmente fuera de la sala, como traer vacas al patio de espera. Por no estar considerado dentro de los objetivos del estudio, no se analizaron los resultados obtenidos para el TFS.

El sistema computacional de análisis y simulación PASS, calcula rendimientos vacas/hora/sala (V/H/S), por tiempo de ordeño (TO) y sin distracciones (SD). Para determinar el TO el programa calcula el total de vacas ordeñadas, dividiéndolo por el tiempo entre la entrada de la primera vaca a la sala y la salida de la última. El rendimiento de la sala SD, corresponde al rendimiento de la instalación trabajando a máxima capacidad, sin distracciones como las ocasionadas por cambios de grupos de vacas, y se determina promediando los rendimientos de cada ciclo de ordeño. Además, PASS entrega el indicador de rendimiento vacas/hora/ordeñador (V/H/O), junto con el promedio de tiempo de colocación o postura de la primera unidad después de iniciada la preparación (TPPU), y la información que permite calcular los restantes indicadores de rendimiento analizados en el estudio: vacas/hora/unidad (V/H/U), vacas/hora/puesto (V/H/P), litros/hora/sala (L/H/S) y litros/hora/ordeñador (L/H/O).

4.4 Análisis de Resultados

4.4.1 Caracterización de los rebaños

La caracterización de los rebaños ordeñados en las salas en estudio, se basó principalmente en la descripción estadística del número de vacas en ordeño, producción de leche (l/vaca/día), duración del ordeño (horas) y recuento de células somáticas. La producción diaria de leche por vaca, se obtuvo dividiendo la producción de leche del rebaño durante el día previo por el total de vacas en ordeño. El valor de recuento celular corresponde a la información más reciente a la evaluación, recopilada en la mayoría de los casos a partir del control lechero; en los predios en que esta información no estaba disponible, se utilizaron los valores más recientes de recuento de células somáticas de leche de estanque.

4.4.2 Descripción de las salas de ordeña

En primer lugar, se efectuó una descripción general de las salas de ordeña e instalaciones anexas. Además, se estudio el tamaño de las salas basado en la descripción estadística del número de puestos por lado y el cálculo de las frecuencias de salas según su número de puestos. Las salas espina de pescado se clasificaron en dos tipos principales, de acuerdo al número de puestos por unidad de ordeña, determinándose las frecuencias de salas con dos puestos por unidad (salas línea simple) y un puesto por unidad (salas línea doble). Se calculó las distribuciones de frecuencias de ordeñadores por sala, para el total de instalaciones y según el tipo de sala (salas línea simple y línea doble). También se analizó descriptivamente el número de unidades por ordeñador para el total de salas, basado en la descripción estadística y las frecuencias de salas según el número de unidades manejadas por cada operador, calculándose el promedio de esta variable para las salas línea simple y línea doble.

Estos resultados se analizaron principalmente considerando los antecedentes disponibles en la literatura nacional.

Por otra parte, se analizó descriptivamente las distribuciones de frecuencias para el total de salas según sistema de alimentación, tipo de patio de espera, luminosidad de las salas, pendiente de los patios de espera, diseño de las entradas y diseño de las salidas de las salas. Además, se describió estadísticamente el ancho de las entradas, salidas y pasillos de viraje de las salas.

Finalmente, se analizó las principales características de operación de los equipos de ordeña. En el caso del nivel de vacío, se realizó una descripción estadística de esta variable, de acuerdo al diseño de la línea de leche de los equipos. Además, se calculó la distribución de salas según rangos para las frecuencias de pulsación y relaciones de pulsación determinadas en cada instalación. Estas variables de funcionamiento fueron evaluadas en relación a los valores recomendados por Spencer (1997) y Johnson (2004).

4.4.3 Descripción de las rutinas y procedimientos de ordeño

Se analizó descriptivamente las frecuencias de rutinas de ordeño utilizadas en las salas en estudio, considerando tres tipos básicos de rutina (territorial, secuencial y grupal). Dentro de los procedimientos de ordeño, se estudió en detalle la preparación de pezones preordeño, analizándose descriptivamente la distribución de salas según el esquema de preparación utilizado y los procedimientos incluidos en la preparación. Además, se determinó el nivel de adopción de la desinfección postordeño de pezones (dipping).

4.4.4 Evaluación de los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas y según el tipo de sala

Se describió estadísticamente los tiempos de rutina de trabajo en el total de salas estudiadas, y por tipo de sala (línea simple y línea doble), incluyéndose en esta descripción el TRTe y los tiempos de cada uno de sus componentes, así como el TM, TO y la proporción $TO + TM/TRTe$. Basados en los resultados obtenidos en el total de salas, se estableció la proporción de TRTe correspondiente a las siguientes actividades: entrada, preparación, colocación, recolocación, dipping y salida. Complementariamente, se describió estadísticamente el TPPU y se analizó descriptivamente la distribución de frecuencias de todas las salas según distintos rangos de TPPU.

4.4.5 Evaluación de los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, según número de puestos por lado y número de unidades por operador, por tipo de sala

El análisis de estos resultados se efectuó en base a los promedios de los tiempos de entrada, preparación, colocación, recolocación, dipping, salida, TRTe, TM, TO y $TO + TM/TRTe$, según el número de puestos por lado de las salas (9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más) y el número de unidades por operador (3-5, 6-9 y 10-12), por tipo de sala (línea simple y línea doble). Los resultados fueron analizados de forma descriptiva, utilizándose para su evaluación en salas línea simple los valores recomendados por Kammel (1995), mientras

que para los resultados encontrados en las salas línea doble, la evaluación se basó en las recomendaciones propuestas por Armstrong *et al.* (1994) y Jones y Armstrong (s.f.), (Anexo 3).

4.4.6 Análisis descriptivo de factores potencialmente relacionados con los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores

Este análisis incluyó comparaciones descriptivas del tiempo de entrada de las vacas a la sala según el tipo de patio de espera; tiempos de entrada y salida de las vacas según los tipos de entrada y salida de las salas, respectivamente; tiempos de entrada de las vacas según la luminosidad de la sala y pendiente del patio de espera; tiempo de entrada a la sala según el esquema de alimentación en sala; tiempo de postura de la primera unidad y tiempo de rutina de trabajo esencial, según el tipo de rutina de ordeño; y tiempo de preparación según los diferentes esquemas de preparación de pezones preordeño.

4.4.7 Evaluación de los indicadores de rendimiento en el total de salas y según el tipo de sala

Se describió estadísticamente los siguientes indicadores de rendimiento, en el total de salas estudiadas, y por tipo de sala (línea simple y línea doble), basado en el número de vacas en ordeño, cantidad de leche obtenida en el ordeño, duración del ordeño, número de ordeñadores, número de puestos por lado de la sala y número de unidades del equipo de ordeña: vacas/hora/sala para el tiempo de ordeño total y sin distracciones: V/H/S (TO) y V/H/S (SD), respectivamente; vacas/hora/ordeñador (V/H/O), vacas/hora/unidad de ordeña (V/H/U), vacas/hora/puesto o turnos por hora (V/H/P), litros/hora/sala (L/H/S) y litros/hora/ordeñador (L/H/O).

4.4.8 Evaluación de los indicadores de rendimiento, según número de puestos por lado y número de unidades por operador, por tipo de sala

Los indicadores de rendimiento se analizaron descriptivamente, utilizando los promedios de los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U, V/H/P, L/H/S y L/H/O, según el número de puestos por lado de las salas (9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más) y el número de unidades por operador (3-5, 6-9 y 10-12), por tipo de sala (línea simple y línea doble). Los resultados obtenidos para los indicadores de rendimiento, fueron evaluados de acuerdo al tipo de sala (línea simple y línea doble), considerando valores recomendables y/o resultados de investigaciones sobre eficiencia de ordeño de salas espina de pescado, que fueran en lo posible de características comparables a las salas incluidas en el estudio. La evaluación del rendimiento V/H/S (TO), se basó principalmente en los resultados de Kammel (1995) y Estévez y Marín (1991).

4.4.9 Análisis del efecto de algunos factores sobre los indicadores de rendimiento de las salas

Se estudió estadísticamente el efecto de los factores número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y número de unidades por operador (UO); sobre los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U, V/H/P, L/H/S y L/H/O, utilizando para ello el siguiente modelo estadístico de análisis de varianza:

$$y = u + NPPL_i + NPVD_j + NPU_k + UO_l + E_{ijklm}$$

Donde:

y = variable dependiente de rendimiento.

u = media poblacional.

NPPL_i = efecto del i-ésimo número de puestos por lado de la sala [i = 1 (≤ 9); i = 2 (10-14); i = 3 (15-19); i = 4 (≥ 20)].

NPVD_j = efecto del j-ésimo nivel de producción por vaca/día, en litros [j = 1 (\leq 18); j = 2 (19-24); j = 3 (\geq 25)].

NPUK = efecto del k-ésimo número de puestos por unidad [k = 1 (1); k = 2 (2)].

UOl = efecto del l-ésimo número de unidades por operador [l = 1 (3-5); l = 2 (6-9); l = 3 (10-12)].

Eijklm = error experimental.

4.4.10 Relaciones entre los indicadores de rendimiento de las salas y los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores

Estas relaciones se estudiaron mediante análisis de correlación simple de las variables V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U, V/H/P, L/H/S y L/H/O; con los TRTe y sus componentes individuales, y con el TM, TO y la proporción TO + TM/TRTe.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de los Rebaños

El estudio incluyó 42 rebaños lecheros con control lechero oficial (71,4%) o privado (28,6%). Como se observa en el cuadro 1, el promedio de vacas en ordeño fue 265, determinándose una amplia variabilidad para esta característica, desde un mínimo de 93 a un máximo de 562 vacas, con una desviación estándar de 105 vacas y un coeficiente de variación (CV) de 39,6%. La elevada variabilidad en la cantidad de vacas en ordeño, reflejaría principalmente el amplio rango de puestos por lado de las salas estudiadas (Fig. 1). La producción diaria por vaca también mostró un amplio rango de variación (13,0-35,6 litros), alcanzando el promedio y la desviación estándar a 22,5 y 6,2 litros; respectivamente, con un CV de 27,6%.

Cuadro 1. Descripción general de los predios según número de vacas ordeñadas, producción de leche, duración del ordeño y recuento de células somáticas

Descripción general de los predios	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Número de vacas ordeñadas por día	93	562	265	105	39,6%
Producción de leche (l/vaca/día)	13,0	35,6	22,5	6,2	27,6%
Duración del ordeño (horas)	1,2	6,5	3,2	1,2	37,5%
Recuento células somáticas (x1.000/ml)	107	580	274	118	43,1%

La variabilidad del rendimiento lácteo por vaca, denota la diversidad de sistemas productivos presentes en las Regiones X y XIV (Anrique, 2005). Estos rebaños estaban constituidos mayoritariamente por animales de raza Holstein (76,2%), Holstein y Jersey (14,3%) y ganado Frisón Negro de doble propósito con un mínimo de holsteinización (9,5%).

Otra de las características que mostró gran variación fue el tiempo total empleado en el ordeño (1,2-6,5 horas), consecuencia también del amplio rango de las variables antes mencionadas. En promedio, las sesiones de ordeño tuvieron una duración de 3,2 horas y una desviación estándar de 1,2 horas, con un CV de 37,5%.

Los resultados presentados en el cuadro 1, permiten apreciar la diferencia entre rebaños que mostró el recuento de células somáticas. El promedio de recuento de células somáticas de los rebaños incluidos en el estudio, exhibió un valor levemente menor al de los planteles con control lechero oficial de COOPRINSEM, cercano a 303.000 cél/ml (Campos, 2009).¹

5.2 Descripción General de las Salas de Ordeña

Aún cuando no pudo obtenerse información confiable sobre los años de uso de las salas de ordeña, se constató una gran variabilidad en la antigüedad de las mismas. En aquellas donde se efectuaron remodelaciones, estas consistieron principalmente en modificaciones de la angularidad de los puestos respecto al pozo de ordeño, con el fin de aumentar la capacidad de las salas. Todos los equipos de ordeña de estas salas contaban con retiradores automáticos. En lo referente al diseño de las salidas, es posible comentar que sólo una sala estaba equipada con un sistema de salida rápida de vacas, observándose en el resto diferentes diseños de salida convencional que se describen más adelante. En cuanto al patio de espera de las salas, sólo el 7,1% contaba con portón de arreo automático, ninguno de los cuales estaba siendo utilizado al momento de la evaluación. Otra tecnología encontrada en las salas en estudio, aunque poco difundida (19,0%), fue el uso de brazos de sujeción, los que permitirían que las unidades de ordeña queden mejor alineadas y sea más fácil su colocación.

5.2.1 Tamaño de las salas

Como se observa en la figura 1, la capacidad de las salas varió desde 6 a 24 puestos por lado, con un promedio de 13,0 y una desviación estándar de 5,1 puestos por lado alcanzando el CV a 39,2%.

¹ Campos, P. 2009. Médico Veterinario Departamento Control Lechero, COOPRINSEM. (entrevista). Osorno. Chile

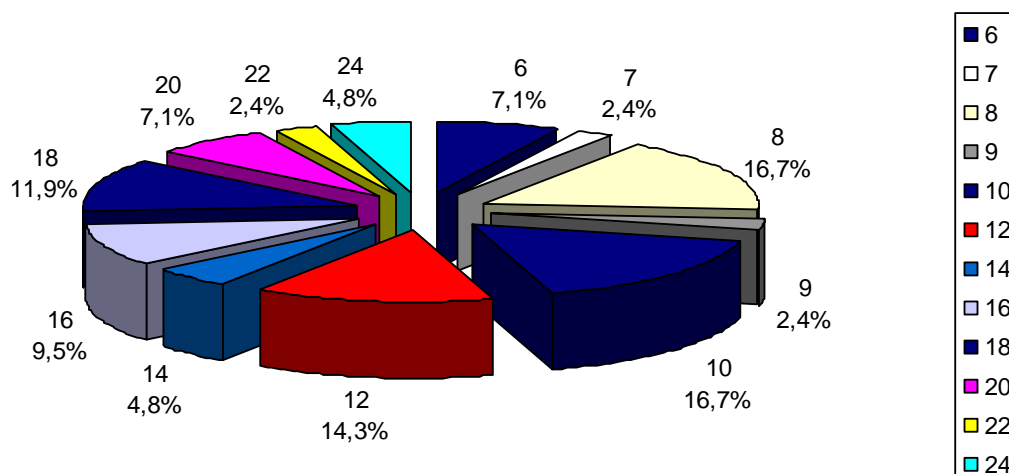


Figura 1. Distribución porcentual de las salas de ordeña según el número de puestos por lado

Las salas más frecuentes fueron las de 8 y 10 puestos por lado, representando cada una un 16,7% del total, determinándose una frecuencia levemente menor para las salas de 12 puestos por lado (14,3%). Luego les siguieron con un 11,9% las salas de 18 puestos por lado, las de 16 con un 9,5%, las de 6 y 20 con un 7,1% para cada una, y las de 14 y 24 con una frecuencia de 4,8% para cada una. Las salas menos difundidas en cuanto a su capacidad, fueron las de 7, 9 y 22 puestos por lado, representando cada una un 2,4% de los casos

El tamaño de las salas línea simple fluctuó entre 6-24 puestos por lado, alcanzando el promedio a 14,5 puestos por lado; de acuerdo al valor de la desviación estándar (5,5 puestos por lado), el CV del número de puestos por lado correspondiente a este tipo de sala fue 37,9%. El rango de tamaño de las salas línea doble fue menor, oscilando entre 6-14 puestos por lado, con un promedio y una desviación estándar de 9,9 y 2,3 puestos por lado, respectivamente; denotando el valor del CV (23,2%), una variabilidad algo más baja que la observada en las salas línea simple.

Estos resultados muestran una situación muy distinta a la descrita en algunos trabajos realizados en el país hace aproximadamente 20 años, en los cuales se incluyó salas de

ordeña espina de pescado línea simple y línea doble. Estévez y Marín (1991), en un estudio efectuado en 30 salas de ordeña espina de pescado de 4 a 12 puestos por lado, ubicadas en la antigua Región de Los Lagos (actuales Regiones de Los Lagos y Los Ríos), comprobaron que las salas más comunes fueron las de 8 y 6 puestos por lado, representando un 43 y 30% del total, respectivamente. Las salas más grandes fueron las de 12 y 10 puestos por lado, correspondiendo cada una sólo a un 7 y 10% del total, respectivamente; mientras que las salas más pequeñas tenían 5 y 4 puestos por lado, representando respectivamente un 7 y 3% de todas las salas. En otro estudio realizado en la Región Metropolitana que incluyó diversos tipos de salas de ordeña, entre ellas 13 salas espina de pescado con línea de leche, Bezama (1991) determinó que el tamaño más frecuente de las últimas fue el de 6 puestos por lado, ubicándose a continuación las salas de 8 y 18 puestos por lado, cuyas correspondientes frecuencias fueron 38,5; 23,0 y 15,4%. Las salas menos difundidas fueron las de 9, 4 y 2 puestos por lado, representando cada una un 7,7%. En un estudio más reciente, efectuado en la provincia de Ñuble, donde se consideró sólo salas espina de pescado de tipo pendular (línea simple), el número de puestos por lado fluctuó entre 4 y 20, predominando claramente las salas de 8 puestos por lado (Cuadra, 1999). De los resultados de otro trabajo realizado en la provincia del Bío-Bío, donde no se especifica el tipo de sala ni su diseño según el número de unidades por puesto, se desprende que el tamaño más frecuente fue el de 8 puestos por lado, dentro de un rango de 2 a 36 puestos por lado (Jarpa, 2001).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, denotan un claro aumento del tamaño de las salas de ordeña espina de pescado, en relación a los antecedentes disponibles en la literatura nacional hace aproximadamente 20 años. El incremento en la capacidad de las salas de ordeña, reflejaría básicamente el aumento que ha experimentado el tamaño de los rebaños lecheros en Chile (Anrique, 2005), tendencia que se ha verificado en los últimos años en diversos países. Al respecto, cabe citar a Smith *et al.* (2005), quienes indican que debido al aumento promedio de los rebaños, las vacas son ordeñadas en salas cada vez más grandes.

5.2.2 Número de puestos por unidad de las salas

Del total de las salas de ordeña evaluadas, 28 correspondieron a diseños con dos puestos por unidad de ordeña y 14 a diseños de un puesto por unidad, lo que representa un 66,7 y 33,3% de las salas, respectivamente (Cuadro 2). Ello denota un claro predominio de las denominadas comúnmente salas línea simple o pendulares (dos puestos por unidad), comparado con las designadas habitualmente líneas dobles (un puesto por unidad), ya sea con línea de leche baja o media.

Cuadro 2. Distribución de las salas de ordeña según el número de puestos por unidad

Puestos por unidad	Nº	%
Un puesto por unidad	14	33,3
Dos puestos por unidad	28	66,7

Dentro de las 14 salas con un puesto por unidad, se observó un predominio notorio de equipos de ordeña con línea de leche baja (10 o 71,4%), respecto a los diseños con línea de leche instaladas sobre el nivel de las vacas (4 o 28,6%). En general, este último diseño es poco utilizado, dado que involucraría mayores dificultades para un adecuado alineamiento de las unidades de ordeña y requiere de un mayor nivel de vacío de ordeño, en comparación a los diseños de línea baja.

Al igual que en este estudio, en otros trabajos nacionales también se ha comprobado una mayor difusión de las salas de ordeña en espina de pescado con dos puestos por unidad, en comparación a las con un puesto por unidad: 76,7 y 23,3 %, respectivamente (Estévez y Marín, 1991). En un estudio realizado en la Región Metropolitana, Bezama (1991) verificó una proporción aún mayor de salas espina de pescado con dos puestos por unidad (84,6%), respecto a las salas con un puesto por unidad (15,4%). En el caso del estudio de Cuadra (1999), realizado en salas espina de pescado en la provincia del Ñuble, el 100% de las salas contaba con dos puestos por unidad, pero no se indica si se seleccionaron salas espina de pescado al azar o se consideró como criterio de inclusión sólo dicho tipo de sala.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, las salas espina de pescado utilizadas en la zona sur de Chile son predominantemente salas de dos puestos por unidad, lo que revelaría una situación similar a la observada en países como Nueva Zelanda e Irlanda. En los Estados Unidos, desde mediados de los años 50 hasta los inicios de los años 70, este tipo de salas también fue muy común, pero gradualmente fue dando paso a las salas con un puesto por unidad, que son el tipo que actualmente prevalece (Kammel, 1995).

La mayor difusión de salas con dos puestos por unidad en la zona sur del país, se podría explicar por el menor nivel de inversión inicial que este tipo de sala representa, en comparación a las salas con un puesto por unidad. A ello cabría agregar un uso posiblemente más eficiente de las instalaciones de ordeña, ya que el tiempo ocioso de la unidad disminuiría considerablemente, mejorando así el rendimiento por unidad de ordeña, con un efecto mínimo sobre el total de vacas que son ordeñadas en la sala durante una hora (Whipp, 1992; Kammel, 1995); lo cual se vería ratificado por los resultados obtenidos en el presente estudio. Como se observa en las figuras 26 y 32, al comparar ambos tipos de sala dentro de un rango similar de tamaño, no habría grandes diferencias para el rendimiento expresado en vacas/hora/sala, encontrándose una notoria superioridad de las salas línea simple en términos de vacas/hora/unidad de ordeña.

Entre las ventajas de las salas con un puesto por unidad, se podría señalar que desde el punto de vista práctico ofrecería al operador una mayor flexibilidad, puesto que siempre tendría una unidad desocupada al momento de preparar y colocar unidades, lo cual le ayuda especialmente al trabajar con rebaños de producción variable y vacas duras (Whipp, 1992).

5.2.3 Número de ordeñadores por sala

Del total de salas evaluadas, 3 (7,1%) operaban con 1 ordeñador, 34 (81,0%) con 2, 4 (9,5%) con 3 y 1 (2,4%) con 4 ordeñadores (Cuadro 3). A partir de los resultados presentados en el cuadro 3, al realizar el mismo análisis en base al tipo de sala, también se encontró que en la mayoría de las salas con un puesto por unidad (9 de 14 salas línea doble), se trabajaba con 2 operadores (64,3%), determinándose una frecuencia aún mayor

para las salas con dos puestos por unidad (25 de 28 salas línea simple), (89,3%). Las diferencias en el número de ordeñadores según el tipo de sala, probablemente reflejan el mayor número de unidades de ordeña de las salas línea doble, donde las salas manejadas por 3 y 4 ordeñadores representaron el 21,4 y 7,1% del total, respectivamente; mientras que en las salas línea simple los valores correspondientes alcanzaron a 3,6 y 0%.

Cuadro 3. Distribución del número de ordeñadores según el tamaño (puestos por lado) y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Tipos Sala	P/L *	Número de ordeñadores por sala				Total salas
		1	2	3	4	
Línea Simple	6	1	1			2
	8		4			4
	9		1			1
	10	1	2			3
	12		2			2
	14		1			1
	16		4			4
	18		5			5
	20		3			3
	22			1		1
24		2			2	
Línea Doble	6	1				1
	7		1			1
	8		3			3
	10		3	1		4
	12		2	2		4
14				1	1	
Total salas		3	34	4	1	42

* Puestos por lado

De estos resultados se desprende que, independiente del tamaño de las salas, la gran mayoría era manejada por dos ordeñadores. Además, los resultados muestran una variabilidad relativamente baja en la cantidad de ordeñadores por sala, considerando que el tamaño de éstas exhibió un amplio rango de variación, desde 6 a 24 puestos por lado.

La situación recién descrita, puede ilustrarse mediante la descripción estadística del número de ordeñadores por sala. El promedio, la desviación estándar y el CV para el total de salas alcanzaron a 2,1; 0,5 y 23,8%; respectivamente. Los valores correspondientes a las salas línea simple fueron 2,0; 0,3 y 15,0%. El número de ordeñadores por sala en las salas línea doble tendió a ser mayor ($2,3 \pm 0,7$) y mostró una variabilidad más elevada ($CV = 30,4\%$).

Por otra parte, el número de ordeñadores por sala determinado en el presente estudio, no se diferenciaría mayormente de lo informado en otros trabajos nacionales, pero para salas de menor tamaño, lo que indicaría un uso más eficiente de la mano de obra en las salas estudiadas. Estévez y Marín (1991), evaluando salas de 4 a 12 puestos por lado, encontraron también un predominio de salas manejadas por dos operadores (70,0%), aunque dicho valor es menor al obtenido en el presente estudio, determinando una frecuencia similar para las salas manejadas por un ordeñador (6,6%), mientras que la proporción de salas con tres operadores (23,3%), sería mayor que la encontrada en el presente estudio. El análisis de los resultados de Estévez y Marín (1991), por tipo de sala, también mostraría que la mayoría de las salas con un puesto por unidad (4 de 7 salas línea doble), era manejada por 2 operadores (57,1%), determinándose así mismo una frecuencia aún mayor para las salas con dos puestos por unidad (17 de 23 salas línea simple), (73,9%).

Los resultados de Bezama (1991) muestran una mayor similitud con los del presente estudio, considerando que las frecuencias de salas espina de pescado manejadas por uno, dos y tres operadores alcanzaron a 7,6; 77,0 y 15,4%, respectivamente; aunque debe tenerse presente que el tamaño de las salas fue relativamente pequeño (2 a 18 puestos por lado).

Aún cuando las comparaciones con los resultados de otros trabajos nacionales, podrían verse limitadas por el mayor tamaño de las salas evaluadas en el presente estudio, en términos generales podría afirmarse que éstas eran operadas por un número similar de ordeñadores, lo que reflejaría principalmente una clara tendencia de incremento en la eficiencia de utilización de la mano de obra, a lo que habría contribuido de manera importante la incorporación masiva de los retiradores automáticos de unidades de ordeña. Los resultados sugieren además que, en general, se trabajaría con el mismo número de ordeñadores en relación a los antecedentes nacionales históricos, pese al mayor tamaño de las salas incluidas en este estudio, lo que denotaría una tendencia concordante con lo recomendado en la literatura, donde se establece que lo más eficiente es trabajar con el menor número de ordeñadores posible (Kammel, 1995; Gamroth y Krahn, 2007), ya que en la medida que aumenta innecesariamente el número de operadores, disminuye el rendimiento de vacas ordeñadas por hora por operador, siendo éste uno de los parámetros

más importantes de eficiencia de la mano de obra utilizada en el ordeño (Armstrong *et al.*, 1994).

5.2.4 Número de unidades por ordeñador

El número de unidades manipuladas por cada ordeñador varió entre 3 y 12, con un promedio de 7,9 y una desviación estándar de 2,5 unidades por ordeñador, alcanzando el CV a 31,6%. Esta variable se determinó dividiendo el número de unidades de cada sala por el número de ordeñadores que las manejaban. La figura 2 muestra que lo más frecuente es que cada operador manipule entre 8 y 12 unidades.

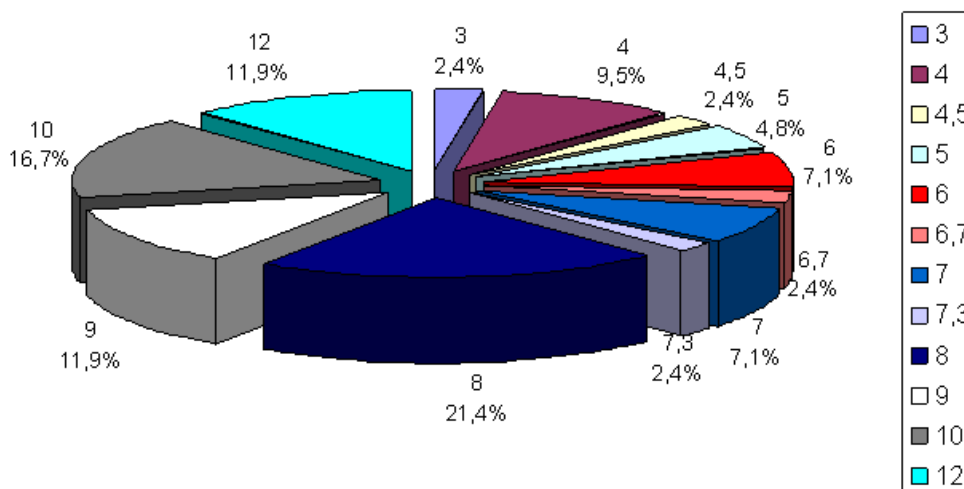


Figura 2. Distribución porcentual de las salas de ordeña según el número de unidades de ordeña manejadas por cada ordeñador

Estos resultados son consistentes con los obtenidos para el número de ordeñadores por sala y comparados con los de otros trabajos realizados en el país, mostrarían un número notoriamente mayor de unidades operadas por cada ordeñador. El promedio de 7,9 unidades por operador determinado en el presente estudio, superaría claramente al obtenido en salas espina de pescado por Bezama (1991), cuyo valor alcanzó a 3,8 unidades por operador, con un rango de 2 a 6 unidades por ordeñador. En el estudio de Estévez y Marín (1991), las

unidades por ordeñador en las salas de ordeña espina de pescado fluctuaron entre 2 y 12, con un promedio de 4 unidades por ordeñador.

El aumento en el número de unidades por ordeñador en relación a los antecedentes históricos nacionales, sería un reflejo del incremento del tamaño de los rebaños lecheros chilenos (Anrique, 2005) y, como consecuencia de ello, el mayor tamaño de las salas. A ello habría contribuido de manera importante la adopción de ciertos adelantos tecnológicos llevados a cabo en las salas de ordeña, como por ejemplo el uso de retiradores automáticos (100% de las salas evaluadas), y la presencia de brazos de sujeción de unidades (19% de las salas evaluadas). El uso masivo de retiradores automáticos contrasta con la situación descrita en otros estudios nacionales, como el de Cuadra (1999), donde sólo el 7,31% de las salas contaba con retiradores automáticos; mientras que en el de Jarpa (2001), su frecuencia de utilización era aún menor (3,0%).

El uso de retiradores automáticos está asociado a un aumento marginal en el rendimiento de la sala, pero mejora considerablemente el rendimiento por ordeñador, especialmente en salas con dos puestos por unidad, donde el ordeñador, no pierde tiempo en esperar a que la unidad termine de extraer leche, para continuar su rutina. Además de su efecto en el rendimiento, el retiro automático de las unidades de ordeña permite disminuir el riesgo de sobreordeño, especialmente en salas donde el operador debe manejar un gran número de unidades (Whipp, 1992). Armstrong *et al.* (1994) precisan que sólo se lograría una mejora real de la eficiencia a través del uso de retiradores, en la medida que la sala sea manejada por menos ordeñadores.

Cuadro 4. Unidades por ordeñador según el número de puestos por unidad de las salas de ordeña

Puestos por unidad	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Un puesto por unidad	6,7	12,0	9,0	1,9	21,1%
Dos puestos por unidad	3,0	12,0	7,4	2,5	33,8%

El cuadro 4 da cuenta de una diferencia importante en el número de unidades manejadas por cada operador según el tipo de sala, ya que en las salas con un puesto por unidad se manejan en promedio 9,0 unidades por ordeñador, en tanto que en las salas con dos puestos por unidad el promedio alcanzó a 7,4 unidades por ordeñador. Los valores obtenidos para los CV, indican una mayor variabilidad en el número de unidades por ordeñador en las salas con dos puestos por unidad (línea simple), en comparación a las con un puesto por unidad (línea doble). Esos resultados indicarían una eficiencia aparentemente mayor de las salas con un puesto por unidad, ya que en promedio los ordeñadores manejarían más unidades que en las con dos puestos por unidad. No obstante, al proyectar estos valores al número total de puestos manejados por cada operador, la relación anterior se invierte debido a que en las salas con dos puestos por unidad se manejan en promedio 15 puestos, en comparación a los 9 puestos que tendría a cargo cada ordeñador en las salas con un puesto por unidad.

Aún cuando los resultados denotan una mayor eficiencia en lo referente al número de unidades de ordeña asignadas a cada operador, respecto a lo informado en la literatura nacional, los valores determinados en el presente estudio podrían ser calificados como bajos, en comparación a las recomendaciones y valores obtenidos en estudios efectuados en otros países, particularmente cuando se utilizan rutinas mínimas de preparación o que intentan reducir al máximo el tiempo de preparación preordeño de pezones. Así, por ejemplo, Kammel (1995) establece para rutinas de preparación mínimas, que un ordeñador podría manipular más de 20 unidades, si éstas contaran con retiradores automáticos. A su vez, Mein (1998) señala que para rebaños de alta producción, donde se busca minimizar el tiempo de preparación y optimizar el uso de las unidades de ordeña, debería planificarse instalaciones y rutinas que permitan que cada ordeñador maneje entre 20 – 24 unidades con retiradores automáticos.

Si bien en general se recomienda que los ordeñadores manejen el mayor número de unidades posible, con el fin de aumentar el rendimiento operacional, debería tenerse presente que existe una diversidad de factores que pueden influir en el número de unidades por operador. Así, por ejemplo, al momento de evaluar la cantidad de unidades a asignar a

cada operador, no debería olvidarse que uno de los factores más importantes que afectan este parámetro es la habilidad del ordeñador (Bickert y Armstrong, 1978).

5.2.5 Alimentación en sala

Los resultados presentados en el cuadro 5, demostrarían que el suministro de concentrado durante el ordeño constituye una práctica ampliamente difundida en los predios lecheros de la zona sur del país, puesto que el 85,7% de las salas estudiadas incluía algún sistema de alimentación. Dentro de éstos, el más difundido es un sistema semiautomático de alimentación (47,6%), donde el operador debe tirar de un cordel o una palanca para que el alimento caiga a los comederos desde tolvas de almacenamiento. En un 21,4% de los casos, el concentrado era vaciado directamente a los comederos en forma manual por los ordeñadores. Con una frecuencia levemente menor (16,7%), se observó el uso de sistemas de alimentación automática, con identificación individual electrónica de las vacas, en los cuales el operador se desentiende casi completamente de la alimentación, ya que sólo debe asegurarse de que el sistema haya entregado la ración de concentrado en cada comedero.

Cuadro 5. Distribución de las salas de ordeña según sistema de alimentación en sala

Sistemas de alimentación en sala	N°	%
Sin alimentación en sala	6	14,3
Con alimentación manual	9	21,4
Con alimentación semiautomática	20	47,6
Con alimentación automática	7	16,7

La gran difusión de los sistemas de alimentación en sala, puede estar relacionada al hecho de que en general los sistemas productivos de la zona sur se basan en el pastoreo durante gran parte del año, con un tipo de ganado que ha venido aumentando progresivamente sus niveles de producción de leche, con el consiguiente incremento en los requerimientos de suplementación de alimentos concentrados. Bajo estas condiciones de manejo, la sala de ordeña constituiría la única alternativa práctica de suministro de concentrado, posibilitando su suplementación al menos dos veces al día, durante cada ordeño. Si bien la práctica de

entregar concentrado durante el ordeño puede tener algunos inconvenientes, Whipp (1992) señala que la sala de ordeña constituiría un buen lugar para suplementar las vacas con algún tipo de alimento concentrado.

5.2.6 Diseños de los patios de espera de las salas

En general, los patios de espera de las salas estudiadas se pueden agrupar en dos grandes tipos; rectangulares y semicirculares, cuyas frecuencias alcanzaron a 69,0 y 31,0%, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de las salas de ordeña según el tipo de patio de espera

Tipo de patio de espera	N°	%
Rectangular	29	69,0
Semicircular	13	31,0

Los resultados presentados en el cuadro anterior denotan un uso preponderante de los patios rectangulares (69,0%), los que se observaron mayoritariamente en las salas más nuevas, en comparación a los patios de tipo semicircular (31,0%), los cuales tendieron a ser predominantes en las salas más antiguas. Aún cuando hubo un predominio notorio de patios rectangulares, la mayoría carecía de portones de arreo automático, verificándose este tipo de elemento en una baja proporción del total de salas estudiadas (7,1%), en ninguna de las cuales estaba siendo utilizado al momento de la evaluación.

Los patios de espera de tipo rectangular ofrecen varias ventajas en relación a los semicirculares, lo que podría explicar la mayor difusión encontrada para este diseño de patio en el presente estudio. Los patios de espera rectangulares parecen ser la opción más utilizada en Estados Unidos, siendo posiblemente una de las razones más importantes el hecho de que los portones de arreo automático funcionan mucho mejor en este tipo de diseño (Whipp, 1992; Kammel, 1995). Otra razón que explicaría su popularidad, es que este diseño permite que todas las vaca se paren mirando hacia la sala, lo que facilitaría su

ingreso (Armstrong, 1992). Para que estas ventajas se logren plenamente, algunas recomendaciones sugieren que los patios de espera de tipo rectangular deben ser largos y no muy anchos (aproximadamente del doble de longitud que su ancho), (Schuring, 2007).

El tipo de patio semicircular utilizado en algunas salas estudiadas, se caracteriza por estar compuesto de 3/4 de círculo, siendo uno de sus radios un lado de la sala y otro la entrada a ésta. Este diseño sería algo diferente al patio circular completo, que corresponde al diseño más difundido en Nueva Zelanda (Kammel, 1995).

5.2.7 Luminosidad de las salas y pendientes de los patios de espera

Otros aspectos interesantes de considerar, por su posible efecto en la eficiencia de las salas de ordeña, son la luminosidad de éstas con respecto al patio de espera (Schuring, 2007) y la pendiente del patio de espera, puesto que ambos factores pueden influir en la velocidad de desplazamiento de las vacas hacia la sala (Armstrong, 1992; Armstrong *et al.*, 1994).

De acuerdo a los resultados que aparecen en el cuadro 7, sólo un 42,9% de las salas en estudio se encontraban bien iluminadas con respecto al patio de espera, factor que favorecería el movimiento de las vacas desde el patio hacia la sala (Bickert y Armstrong, 1978). Las salas restantes (57,1%), estaban muy pobremente iluminadas con respecto al patio de espera, lo que eventualmente podría afectar negativamente el tiempo de entrada de las vacas (Gamroth y Krahn, 2007).

La iluminación adecuada del patio de espera y de la entrada a la sala de ordeña, son aspectos muy importantes de considerar para facilitar el ingreso de los animales a la sala, ya que a las vacas no les gusta el contraste entre superficies claras y oscuras, y son reacias a caminar por lugares pobremente iluminados. En este sentido, los patios de espera deberían ser algo más oscuros que la sala de ordeña; nunca más iluminados que ésta (Gamroth y Krahn, 2007). Además, el aumento de la luminosidad debería ser progresivo, en la medida que las vacas van entrando a la sala. Los patios demasiado oscuros pueden disminuir la

velocidad de desplazamiento de las vacas, especialmente si éstas deben ajustarse a diferentes niveles de luminosidad (Schuring, 2007).

Cuadro 7. Distribución de las salas de ordeña según luminosidad de la sala y pendiente del patio de espera

Luminosidad y pendiente	N°	%
Luminosidad de la sala		
Bien iluminada con respecto al patio	18	42,9
Pobrementemente iluminada con respecto al patio	24	57,1
Pendiente del patio de espera		
Positiva*	24	57,1
Negativa **	1	2,4
Sin pendiente	17	40,5

* En ascenso hacia la sala

** En descenso hacia la sala

En cuanto a la pendiente, los patios de espera con pendiente positiva o ascendente hacia la sala fueron más frecuentes (57,1%), que los patios sin pendiente (40,5%). Sólo en 1 caso (2,4%), se encontró un patio con pendiente negativa o descendente hacia la sala (Cuadro 7). Una pendiente positiva hacia la sala, del orden de 2 a 5%, facilitaría el ingreso de las vacas hacia la sala (Armstrong, 1992; Schuring, 2007). En consecuencia, los resultados indicarían que hay una proporción importante de salas cuyos patios no cumplen con este requisito, fundamentalmente por carecer de pendiente, lo que puede retardar el ingreso de las vacas a la sala.

El piso del patio de espera debe ser un continuo con la sala, y el sector de la entrada no debe presentar escalones que entorpezcan el ingreso (Armstrong, 1992; Kammel, 1995). El 100% de las salas evaluadas cumplía con estas características.

En la literatura, en general, se sugiere que el piso de los patios de espera debe tener un diseño que evite que las vacas resbalen (Armstrong, 1992), lo que se puede conseguir a través del ranurado de los pisos de concreto. De las salas estudiadas, un 45,2% presentaba patios de espera pavimentados con algún tipo de ranurado; en el 54,8% restante, los patios de espera pavimentados carecían de ranurado, pero no se evaluó la textura de estos pisos, lo

cual podría afectar también su efecto antideslizante (Armstrong, 1992). Con respecto a la utilización de techos en el patio de espera de las vacas, pese a las condiciones climáticas lluviosas del sur de Chile, se encontró que sólo un 19,0% de los casos estudiados contaban con patios de espera techados. En consecuencia, la mayoría de los patios de espera no contaban con techo (81,0%).

Estos últimos resultados indicarían que los productores lecheros asignan mayor importancia a los pisos que a la protección de las vacas de las condiciones ambientales presentes en el sur de Chile. Sin embargo, debe tenerse presente que una consecuencia que podría tener que las vacas permanezcan expuestas a la lluvia antes del ordeño, es una mayor dificultad al momento de la limpieza de los pezones preordeño.

5.2.8 Diseños y dimensiones de las entradas y salidas de las salas

El desplazamiento rápido de los animales es esencial para una alta eficiencia en el ordeño. Sin embargo, los pasillos para el tráfico de las vacas, asumiendo movimientos eficientes, no son muchas veces considerados en el diseño de nuevas salas o al remodelar construcciones existentes. Vueltas, puertas, peldaños, rampas, puestos y puentes dificultan el movimiento de las vacas (Bickert y Armstrong, 1978).

En la literatura se describen diversos tipos de entradas y salidas para salas de ordeña espina de pescado. Para analizar los resultados de este estudio, no se consideraron los pasillos de retorno existentes en algunas salas, evaluándose sólo las entradas y salidas utilizando como referencia los diseños esquematizados por Taverna y Nari (2008), los cuales se presentan en las figuras 3 y 4.

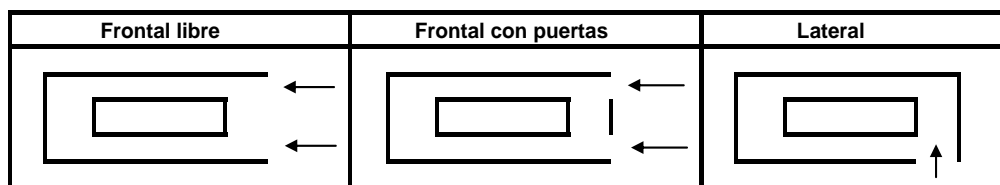


Figura 3. Tipos de ingresos de las vacas a la sala de ordeña

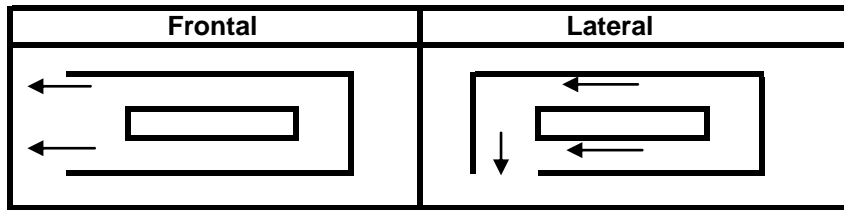


Figura 4. Tipos de salidas de las vacas de la sala de ordeña

Basado en lo anterior, se determinó que el diseño más difundido (54,8%), era la entrada de tipo frontal libre sin muros o puertas, donde las vacas pueden observar la sala y su salida, lo que se ajustaría a la recomendación general de evitar las puertas o muros tanto en las entradas como las salidas, ya que dificultarían el libre tráfico de las vacas (Bickert y Armstrong, 1978; Taverna y Nari, 2008). Una proporción importante de las salas tenía entradas de tipo frontal con puertas (42,9%), observándose sólo un caso con entrada de tipo lateral (2,4%). Estos resultados se resumen en el cuadro 8, donde también se presenta la distribución de salas de acuerdo al tipo de salida.

En el 40,5% de los casos las salidas eran de tipo frontal, diseño que sería recomendable para una mejor evacuación de las vacas de la sala (Bickert y Armstrong, 1978). Se observó la misma proporción de salas con salidas de tipo lateral con giro en 90° hacia la izquierda (26,2%) y de tipo lateral con giro en 90° hacia la derecha (26,2%). Los diseños de salida menos frecuentes fueron los de tipo lateral, con giro en 90° tanto hacia la derecha como a la izquierda (4,8%), y los de salida rápida (2,4%). De acuerdo a Taverna y Nari (2008), el diseño de la salida de la sala tendría un menor efecto sobre la velocidad de desplazamiento de las vacas que el diseño de la entrada.

Cuadro 8. Distribución de las salas de ordeña según diseño de las entradas y salidas

Diseño de las entradas y salidas	N°	%
Diseño de las entradas		
Frontal libre	23	54,8
Frontal con puerta	18	42,9
Lateral	1	2,4
Diseño de las salidas		
Frontal	17	40,5
Lateral con giro 90° izq	11	26,2
Lateral con giro 90° der	11	26,2
Lateral con giro 90° a ambos lados	2	4,8
Rápida	1	2,4

En el cuadro 9, se presenta el ancho de las entradas y salidas de las salas, además del ancho de los pasillos de salida en salas con salida lateral de las vacas (pasillos de viraje). El ancho varió considerablemente entre salas, alcanzando promedios de 1 m tanto para la entrada como la salida. En el caso de la entrada, el valor mínimo fue 0,6 m y el máximo 1,6 m, con una desviación estándar de 0,3 m y un CV de 30%. En cuanto a la salida, el ancho varió entre 0,7 y 1,6 m, con una desviación estándar de 0,2 m y un CV de 20%. El ancho promedio del pasillo de salida en salas con giro de las vacas en 90° fue de 1,8 m, con un mínimo de 0,9 y un máximo de 3,3 m; alcanzando la desviación estándar a 0,6 metros y un CV de 33,3%.

Cuadro 9. Ancho de las entradas, salidas y pasillos de viraje de las salas (m)

Ancho	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Entradas	0,6	1,6	1,0	0,3	30,0%
Salidas	0,7	1,6	1,0	0,2	20,0%
pasillos de viraje	0,9	3,3	1,8	0,6	33,3%

5.2.9 Descripción de los parámetros de funcionamiento de los equipos de ordeña

En la casi totalidad de las salas (41/42), pudo determinarse las características de trabajo de los equipos de ordeña. A continuación, se describen los resultados obtenidos para las variables nivel de vacío de trabajo, frecuencia y relación de pulsación, y configuración de los retiradores automáticos, en cuanto a flujo y tiempo de retirado de las unidades.

5.2.9.1 Nivel de vacío

El nivel de vacío en los equipos de ordeña con diseño de línea simple (dos puestos por unidad), mostró una variación entre 47,0 y 52,0 kPa, con un promedio de 49,3 kPa; alcanzando la desviación estándar un valor de 1,3 kPa y un CV de 2,6%. En los equipos con línea doble (un puesto por unidad), sobre el nivel de las vacas, el promedio de vacío fue levemente menor (47,1 kPa), determinándose un valor mínimo y máximo de 40,0 y 50,4 kPa; respectivamente, siendo la desviación estándar 4,9 kPa y el CV 10,4% (Cuadro 10).

En cambio, como era de esperar, en los equipos con línea doble (un puesto por unidad), bajo el nivel de las vacas, se comprobó niveles de vacío menores que en los diseños anteriores, los cuales variaron desde 40,0 a 47,0 kPa, con un promedio de 43,6 kPa; una desviación estándar de 1,9 kPa y un CV de 4,4% (Cuadro 10).

En general, los valores determinados en cada uno de los equipos, no se alejaron demasiado de los parámetros recomendables: 42-46 kPa en equipos de líneas bajas y 47,3-50,8 kPa para equipos de líneas medias o altas (Spencer, 1997). Sólo se encontró un equipo de ordeña con un nivel de vacío demasiado bajo (40,0 kPa), correspondiente a un diseño con doble línea de leche alta.

El nivel de vacío de los equipos de las salas estudiadas estaría dentro de los valores recomendados. Desde el punto de vista del rendimiento, debe siempre existir un equilibrio entre la velocidad de ordeño y la salud del pezón, ya que con un nivel muy alto de vacío el

tiempo de extracción de leche disminuye, pero causa deterioro de la condición del pezón (Johnson, 2004).

Aunque no estuvo dentro de los objetivos del estudio, debería tenerse presente que no sólo los niveles de vacío para equipos de línea media o línea baja son importantes, sino también que éstos se mantengan estables durante el ordeño, con fluctuaciones que no deben ser superiores a 10 y 6,6 kPa, para equipos con línea media y baja, respectivamente. Durante el peak de flujo, el nivel de vacío debería fluctuar entre 35 a 42 kPa en la punta de pezón (VanBaale, 2001).

Cuadro 10. Nivel de vacío (kPa) según diseño de la línea de leche de los equipos de ordeña

Diseño de la línea	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Equipos línea simple	47,0	52,0	49,3	1,3	2,6%
Equipos línea doble alta	40,0	50,4	47,1	4,9	10,4%
Equipos línea doble baja	40,0	47,0	43,6	1,9	4,4%

5.2.9.2 Frecuencia y relación de pulsación

Al medir el funcionamiento de los pulsadores, pudo verificarse que la casi totalidad de los equipos de ordeña de las salas estudiadas (97,6%), trabajaba con una frecuencia de pulsación de 60 ciclos por minuto y una relación de pulsación de 65:35. Sólo en un equipo se habían modificado los pulsadores para aumentar la fase de ordeño de la relación de pulsación a un nivel de 70:30, manteniendo la frecuencia de 60 ciclos por minuto.

Estos resultados indicarían que la totalidad de los equipos funcionaban dentro de los rangos de valores recomendables de relación y frecuencia de pulsación (O'Callaghan *et al.*, 1989).

5.2.9.3 Flujo y tiempo de retirado

Se encontró dos modelos distintos de retiradores automáticos, ambos configurados por defecto según la indicación del fabricante para retirar la unidad de ordeña a niveles de 0,3 kg/min de flujo de leche, con un retraso de 23 segundos entre que se alcanza este nivel de flujo y se corta el vacío; y 2,2 segundos desde el corte del vacío hasta la retracción de la unidad. Sin embargo, dado que la configuración de los retiradores no fue medida en forma directa, no puede descartarse algún cambio de los parámetros establecidos por defecto, ni eventuales fallas de funcionamiento.

Algunos estudios destacan la influencia de la configuración del retirador automático en la eficiencia de ordeño (Magliaro y Kensinger, 2005), indicando que en ciertos casos mejorando estos parámetros, se puede reducir el tiempo de ordeño de 6,8 a 4,0 min, en vacas que promedian una producción de 40 kg por día. Esto se lograría ajustando el retirado a niveles de hasta 1 kg/min de flujo de leche. La meta debería ser una producción de leche residual de 250 a 450 ml al momento que la unidad es retirada (Johnson, 2004).

En cuanto al tiempo que transcurre entre que se alcanza el nivel de flujo de retirado y la unidad es finalmente retirada, es común que los retiradores vengan configurados de fábrica con 15 a 30 seg para este parámetro. Muchos sistemas de ordeño están hoy configurados en este ítem en forma más agresiva, efectuando el retirado después de 1 a 3 seg (Jonhson, 2004).

5.3 Descripción de las Rutinas y Procedimientos de Ordeño

5.3.1 Rutinas de ordeño

La rutina de ordeño se refiere básicamente a la forma en que se organizan los ordeñadores, para llevar a cabo su trabajo y desplazarse dentro de la sala; definiéndose generalmente tres tipos de rutina de ordeño: secuencial, territorial y grupal (Smith *et al.*, 2005); describiéndose en algunos casos un cuarto tipo de rutina, denominada en tandas (Fuhrmann,

2002). La rutina secuencial consiste en que un ordeñador inicia el proceso con un paso de la rutina y es seguido por otro ordeñador que realiza el siguiente paso. La rutina territorial difiere de la anterior, en que cada ordeñador realiza todos los procedimientos en todas las vacas en un territorio establecido de la sala. En las denominadas rutinas de tipo grupal, uno o más ordeñadores realizan todos los pasos de la rutina en grupos más pequeños de vacas, desempeñando todas las tareas individuales en lotes de 4-5 vacas; una vez que se ha completado la preparación y colocación de unidades en un grupo de vacas, los ordeñadores se mueven al siguiente grupo de vacas disponibles para repetir el mismo proceso (Armstrong y Quick, 1986; Smith *et al.*, 2005). La rutina en tandas es muy poco utilizada por su ineficiencia, y consiste en que los ordeñadores preparan y colocan unidades en ambos lados de las salas línea doble, y esperan hasta que todas las vacas terminen de ordeñarse antes de repetir el ciclo (Fuhrmann, 2002).

En el cuadro 11, se puede observar que en la mayoría de las salas (57,1%), se realiza una rutina de ordeño de tipo grupal; alcanzando también una difusión importante las rutinas de tipo territorial (33,3%). Sólo en un 9,5% de los casos se observó la realización de una rutina de tipo secuencial. Probablemente, debido a su ineficiencia, en este estudio no se encontró ninguna sala con rutina en tandas.

La mayor difusión de las rutinas de tipo grupal, obedecería a la recomendación de colocar las unidades, acoplándose a la curva de oxitocina, lo que se conseguiría más fácilmente con la preparación de grupos pequeños de vacas (Ruegg, 2010).

Es importante establecer que las rutinas de tipo grupal encontradas en las salas del estudio, difieren de la definida por Smith *et al.* (2005), ya que en vez de alternarse los grupos de vacas, los ordeñadores dividen la sala generalmente en partes iguales, en forma similar a una rutina de tipo territorial, pero dentro de cada sector de la sala preparan grupos pequeños de vacas. Dichos grupos generalmente varían entre 2 a 4 vacas.

Cuadro 11. Distribución de las salas de ordeña según el tipo de rutina de ordeño

Rutina de ordeño	N°	%
Territorial	14	33,3
Secuencial	4	9,5
Grupal	24	57,1

Como se señaló, la rutina de tipo secuencial alcanzó un bajo nivel de difusión en las salas estudiadas; rutina que tendría más ventajas comparada con una rutina territorial, ya que mejoraría hasta en un 20 a 30% el rendimiento de la sala, aumentando así la eficiencia de ordeño (Smith *et al.*, 1997). VanBaale (2001) describe un incremento en la eficiencia de 107 a 136 V/H/O, al comparar la rutina territorial con la secuencial, para salas de 50 puestos por lado (sin especificar si eran espina de pescado o paralelas). De acuerdo al mismo autor, al realizar una evaluación en una sala de 16 puestos por lado, con una unidad por puesto, se obtuvo rendimientos de 52 y 68 V/H/O, para las rutinas en tandas y secuencial, respectivamente. No obstante sus ventajas en términos de incremento de la eficiencia de ordeño, la rutina secuencial requiere de una gran coordinación entre los ordeñadores para ser implementada exitosamente, por lo que muchas veces no es factible ponerla en práctica.

5.3.2 Procedimientos de ordeño

Al evaluar los rendimientos de las salas de ordeña, se observó una gran diversidad en las formas de preparación de pezones preordeño, que pueden agruparse en los siguientes esquemas, cuya distribución se presenta en el cuadro 12: 1). sólo despunte, 2). lavado de todos los pezones y despunte, 3). lavado de todos los pezones, despunte y secado, 4). lavado sólo de pezones sucios, despunte y secado, 5). predipping, despunte y secado, y 6). lavado de todos los pezones, predipping, despunte y secado.

Cuadro 12. Distribución de las salas de ordeña según el esquema de preparación de pezones preordeño

Esquema de preparación	Nº	%
Lavado pezones sucios, despunte y secado	2	4,8
Despunte	2	4,8
Lavado todos los pezones y despunte	5	11,9
Lavado todos los pezones, despunte y secado	2	4,8
Predipping, despunte y secado	30	71,4
Lavado todos los pezones, predipping, despunte y secado	1	2,4

Del cuadro 12 se deduce que el esquema de preparación más difundido (71,4%), consistía en la aplicación de predipping, seguido del despunte y secado de los pezones. A un nivel de frecuencia bastante menor (11,9%), se ubica el esquema de preparación que comprendió sólo el lavado de todos los pezones y despunte. Con igual frecuencia (4,8%), se observaron los siguientes esquemas de preparación: lavado de todos los pezones, despunte y secado; lavado de pezones sucios, despunte y secado; y sólo despunte. El esquema menos difundido (2,4%), incluía el lavado de todos los pezones, predipping, despunte y secado.

En general, podría considerarse que en la mayor parte de las salas estudiadas (83,3%), se emplean esquemas de preparación adecuados, puesto que incluyen los procedimientos recomendados habitualmente para obtener leche de buena calidad y una adecuada estimulación (lavado y/o desinfección preordeño, despunte y secado de pezones). En el resto de los casos, la preparación sería insatisfactoria, ya que sólo se realiza despunte (4,8%), o lavado de todos pezones y despunte, sin secado (11,9%).

Estos resultados difieren de los encontrados por Jarpa (2001), en un trabajo nacional, donde los esquemas de preparación más difundidos fueron despunte y lavado (34,2%), y despunte, lavado y secado (31,7%); siendo el esquema que incluye predipping, despunte y secado el menos difundido (7,3%).

Cuadro 13. Distribución de las salas de ordeña según los procedimientos incluidos en la preparación de pezones preordeño

Procedimientos de preparación	Nº	%
Lavado todos los pezones	8	19,0
Lavado pezones sucios	2	4,8
Predipping	31	73,8
Despunte	42	100,0
Secado	35	83,3
Toalla de papel	11 (31,4%)	
Toalla de género	24 (68,6%)	

Al analizar individualmente los procedimientos incluidos en la preparación preordeño, se comprobó que el despunte o eliminación de los primeros chorros de leche, es un procedimiento ampliamente difundido, dado que se observó en el 100% de las lecherías evaluadas (Cuadro 13). Este resultado indica un nivel mayor de adopción de dicho procedimiento, en comparación a lo descrito en la literatura nacional. De acuerdo a una encuesta efectuada en 1997, en 113 predios con estanque enfriador en el sur de Chile, la eliminación de los primeros chorros se observó en el 83% de los casos (Blanlot, 1999); mientras que en un estudio más antiguo realizado en la zona central del país, Bezama (1991) verificó su realización en el 70% del total de casos. La difusión del despunte sería menor en el estrato de los pequeños productores lecheros, considerando los resultados obtenidos por Durandal (2003), con pequeños productores asociados a centros de acopio de la Región Metropolitana, que indican que este procedimiento se realizaba en el 53,2% de los casos.

El despunte o eliminación de los primeros 2 o 3 chorros de leche de cada cuarto, forma parte de las recomendaciones para una adecuada preparación de las vacas, existiendo en general consenso en la literatura respecto a sus múltiples ventajas, constituyendo además un procedimiento que demanda muy poco tiempo para su realización; aproximadamente 8 ± 2 seg/vaca (Jones y Armstrong, s.f.).

Entre las ventajas del despunte, se incluye la eliminación de los microorganismos presentes en la cisterna del pezón y la detección de las mastitis clínicas (Reneau, 2001; Wagner y

Ruegg, 2002; Ruegg, 2010). Además, la extracción de los primeros chorros constituye un estímulo potente del reflejo de bajada de la leche (Smith *et al.*, 2005), por lo que favorecería un ordeño rápido y completo, reduciendo el tiempo de extracción de leche (Reneau, 2001; Wagner y Ruegg, 2002). Sin embargo, algunos estudios indicarían que el despunte no mejoraría la eficiencia de ordeño, si la preparación preordeño de la vaca es mayor a 20 segundos (Wagner y Ruegg, 2002).

En la casi totalidad de las salas estudiadas (97,6%), se utilizaban procedimientos de preparación que tienen como propósito inmediato reducir la suciedad presente en los pezones, ya sea lavando todos los pezones (19,0%), sólo los pezones sucios (4,8%) o aplicando predipping (73,8%), (Cuadro 13).

El lavado de los pezones antes del ordeño se efectuaba en el 23,8% de las salas, y como se observa en el cuadro 12, se realizaría apropiadamente en la mitad de las salas donde se incluía este procedimiento, si se considera la recomendación de que todo pezón lavado debería ser posteriormente secado (Ruegg, 2010). De acuerdo a la información presentada en el mismo cuadro, las frecuencias de los esquemas que incluyen lavado de pezones puede resumirse de la siguiente manera: lavado y secado sólo de los pezones sucios (4,8%); lavado de todos los pezones, independiente de su grado de suciedad, sin realizar un secado posterior (11,9%); y lavado de todos los pezones y secado (7,2%).

Estos resultados denotan una menor frecuencia del lavado de pezones, en relación a lo encontrado en otros estudios nacionales, lo cual simplemente refleja el alto grado de incorporación del predipping en las rutinas de preparación utilizadas en las salas estudiadas. Por ejemplo, Durandal (2003) determinó que el lavado de los pezones se realizaba en un 80,9% de los predios estudiados, correspondientes todos a pequeños productores de la zona central de Chile. Este valor es muy similar al encontrado por Salazar (2001), en lecherías más grandes de la provincia del Bio-Bio, donde el nivel de adopción de este procedimiento alcanzó a un 80,5% de los casos.

El objetivo del lavado de los pezones es remover la suciedad presente en ellos, estimular la bajada de la leche y reducir la carga microbiana de la piel (Rasmussen *et al.*, 1992). Al realizar el lavado preordeño se recomienda mojar sólo los pezones, lo que debe complementarse con la limpieza manual de la suciedad presente en los mismos y el secado de los pezones (Ruegg, 2010).

Como se señaló previamente, el predipping constituye un procedimiento ampliamente difundido en las salas de ordeña estudiadas, ya que se observó en un 73,8% del total de casos. Dicho valor supera notablemente a las frecuencias de uso de predipping informadas en algunos estudios nacionales: 0% (Durandal, 2003) y 17,1% (Jarpa, 2001; Salazar, 2001).

Este resultado indicaría que a pesar de que los sistemas productivos de los predios estudiados se basan en el pastoreo con un mínimo de confinamiento invernal, la prevención de las mastitis ambientales es una consideración importante en el diseño de los esquemas de preparación preordeño, puesto que el propósito principal del predipping es prevenir las infecciones por patógenos mamarios ambientales, pudiendo reducir aproximadamente en un 50% las tasas de nuevas infecciones intramamarias por este tipo de patógenos (Galton *et al.*, 1984; Pankey *et al.*, 1987; Pankey, 1989; Ruegg, 2010). El predipping puede ser considerado un elemento adicional a los procedimientos básicos de preparación, que involucraría un aumento en el tiempo de rutina de trabajo por vaca, con el consiguiente descenso en la eficiencia de ordeño, lo que habitualmente representaría una reducción del 8 a 10% en el rendimiento vacas/hora/sala (Armstrong, 1992).

En general, los resultados obtenidos en cuanto a la preparación de los pezones preordeño, demostrarían una situación favorable para la producción de leche de buena calidad bacteriológica y prevención de las neoinfecciones ocasionadas por patógenos ambientales. Estos resultados reflejarían además que los productores tienen conocimientos sobre las consecuencias que acarrearía un lavado inadecuado de los pezones, en lo referente a incrementar la contaminación de la leche y las tasas de neoinfecciones mamarias (Blanlot, 1999; Philpot, 1999).

El secado de los pezones con toallas individuales, después de su lavado o desinfección preordeño, puede reducir hasta en un 75% la población bacteriana de la superficie del pezón (Galton *et al.*, 1984, Rasmussen *et al.*, 1992; Reneau, 2001), y contribuye a disminuir las neoinfecciones intramamarias (Philpot, 1999). Como se puede observar en el cuadro 13, en la mayoría de las salas se realizaba en forma rutinaria el secado de los pezones, alcanzando su frecuencia a un 87,5% de los 40 casos en que se practicaba lavado de pezones y/o predipping (Cuadro 12), lo que en general indicaría un alto nivel de aceptación de dicho procedimiento. De las salas en que no se realizaba este paso de la preparación; en 2 (4,8%), no se efectuaba lavado de los pezones o no se aplicaba predipping, por lo cual no sería necesario secarlos; pero en las otras 5 (11,9%), sí se realizaba el lavado de pezones, por lo que deberían haberse secado. La colocación de las unidades de ordeña en pezones húmedos, favorecería el ingreso de las bacterias a través del conducto del pezón y disminuiría la fricción entre el pezón y la pezonera, predisponiendo al deslizamiento de las pezoneras (Ruegg, 2010).

Comparados con los resultados informados en la literatura nacional, considerando sólo aquellos casos donde se lavaba la ubre y/o los pezones, y/o se aplicaba predipping, la frecuencia de secado de pezones determinada en el presente trabajo denota un nivel de adopción más elevado de este procedimiento. En un estudio que incluyó lecherías de la provincia de Ñuble, se comprobó que la proporción de salas en que se practicaba el secado de pezones en la preparación, alcanzó sólo a un 35,5% (Cuadra, 1999); valor similar al 36,2% informado por Durandal (2003), para predios de pequeños productores lecheros de la zona central de Chile. En la provincia de Bío-Bío, Jarpa (2001) y Salazar (2001) determinaron frecuencias algo mayores de lecherías en donde se realizaba este procedimiento: 60,0 y 75,7% respectivamente.

Con respecto al tipo de toallas utilizadas en el secado de los pezones (Cuadro 13), se observó un claro predominio de las toallas de género húmedas (1 por vaca), en comparación a las toallas de papel desechables (1 o 2 por vaca): 68,6 y 31,4%, respectivamente; resultados que muestran una situación muy distinta a la descrita en otros trabajos nacionales. Cuadra (1999) señala que de las salas en que se realizaba secado de

pezones, se utilizaba para ello los siguientes elementos: esponjas (9%), papel de diario (36%) y toallas de papel desechables (55%). De acuerdo a los resultados obtenidos por Salazar (2001), el elemento más difundido para el secado de pezones era la toalla de papel desechable (44%), seguido del papel de diario (32%), paño o esponja de uso colectivo (16%), y otros (8%). De acuerdo a los resultados de Durandal (2003), el secado de los pezones en rebaños de pequeños productores, se efectuaba en la mayoría de los casos mediante toallas de género de uso colectivo (70,6%), empleándose toallas de papel desechables sólo en un 29,4% de los predios. En el estudio de Jarpa (2001), no se describen los elementos utilizados para secar los pezones.

El repaso o apoyo de las vacas, antes de retirar la unidad de ordeña, es una práctica que antiguamente se recomendaba incluir como parte de los procedimientos habituales de ordeño, para aumentar el contenido de grasa promedio de la leche y mejorar la salud mamaria del rebaño (Kruze, 1976; Kingwill *et al.*, 1983); recomendación que ha cambiado con los años, eliminándose en la práctica su utilización sistemática o rutinaria, por su efecto negativo sobre la eficiencia de ordeño. Este manejo aún se realiza en casi la mitad de las lecherías evaluadas (42,9%), (Cuadro 14); pero no como un elemento que forme parte de la rutina, sino más bien enfocado sólo a las vacas duras, comprobándose además su realización por parte de los operadores con menor nivel de capacitación. Debido a ello, en las salas que efectuaban este paso, el promedio de tiempo de repaso fue apenas de 1 segundo por vaca, lo que representa un 1,5% del tiempo de rutina total esencial, el cual alcanzó en promedio a 65,3 seg/vaca (Cuadro 15).

Por las razones recién expuestas, estos resultados no son estrictamente comparables con los obtenidos en otros estudios nacionales, los cuales indicarían que el repaso es un procedimiento bastante difundido. Por ejemplo, Bezama (1991) verificó este procedimiento en un 86,4% de las salas estudiadas; mientras que en un trabajo más reciente, Durandal (2003) encontró que en un 54,3% de lecherías pertenecientes a pequeños agricultores se realizaba ocasionalmente un repaso excesivo (> 45 seg), comprobando su aplicación sistemática en un 8,6% de los casos.

Cuadro 14. Distribución de las salas de ordeña según la realización de repaso

Realización de repaso	N°	%
Si	18	42,9
No	24	57,1

La desinfección postordeño de pezones es uno de los pilares fundamentales de todo programa de prevención de mastitis, para lo cual debe ser realizada con un producto de eficacia comprobada, posterior a cada ordeño durante toda la lactancia. El rango de incremento en el número de microorganismos en la piel del pezón, con posterioridad a la aplicación de la solución antiséptica, dependerá del efecto residual del producto utilizado y de la limpieza del ambiente (Natzke, 1981). De acuerdo a los resultados obtenidos en ensayos de eficacia de exposición natural, se esperaría que la desinfección postordeño de pezones reduzca la frecuencia de mastitis que ocurren durante el transcurso de una lactancia, debido a que dicho procedimiento puede disminuir en un 50% o más las neoinfecciones por patógenos mamarios contagiosos (Pankey *et al.*, 1984; Bushnell, 1988; Philpot, 1999).

Los resultados encontrados en el presente estudio indicarían una situación favorable a este respecto, dado que en el 100% de las salas se observó la realización de esta práctica, la cual se efectuaba en todos los casos mediante la inmersión de los pezones en una solución desinfectante. El nivel de adopción del dipping postordeño de pezones determinado en el presente trabajo, se compara favorablemente con las frecuencias informadas en otros estudios nacionales, incluso con las determinadas en los trabajos realizados recientemente: 70% (Bezama, 1991), 84% (Cuadra, 1999), 85% (Blanlot, 1999), 90,25% (Jarpa, 2001), 90,2% (Salazar, 2001) y 95,5% (Kruze, 2000). La difusión de la desinfección postordeño de pezones es menor en rebaños de pequeños productores, como lo revelan los resultados obtenidos por Durandal (2003), que indican que este procedimiento se realizaba en todas las vacas en el 36,2% de los predios proveedores de centros de acopio de la zona central de Chile.

5.4 Evaluación de los Tiempos y Movimientos de la Rutina de Trabajo de los Ordeñadores

5.4.1 Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas evaluadas

En el cuadro 15, se presentan los tiempos determinados para los diferentes movimientos o componentes del tiempo de la rutina total de trabajo esencial de ordeño o TRTe (entrada de las vacas a la sala, preparación, colocación de unidades, recolocación de unidades, dipping postordeño y salida de vacas de la sala), el tiempo total de rutina de trabajo esencial, el tiempo dedicado a actividades misceláneas, el tiempo ocioso del operador, y la suma de estos dos últimos, expresado como porcentaje del tiempo total de rutina (TRTe).

Cuadro 15. Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores en el total de salas evaluadas (seg/vaca)

	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Entrada	3,7	23,7	9,3	4,1	44,1%
Preparación	6,7	48,3	26,8	9,8	36,6%
Colocación	7,0	27,0	14,4	3,7	25,7%
Recolocación	0,0	5,2	1,0	1,2	120,0%
Dipping postordeña	4,3	15,9	8,8	2,7	30,7%
Salida	1,3	15,4	5,0	3,1	62,0%
Tiempo total (TRTe)	29,4	107,7	65,3	17,6	27,0%
Tiempo en actividades misceláneas (TM)	4,2	33,0	13,7	7,0	51,1%
Tiempo ocioso del operario (TO)	0,0	25,0	5,3	6,1	115,1%
TO + TM como % del TRTe	8,4	77,3	29,6	16,0	54,1%

Los promedios correspondientes a la entrada, preparación, colocación de unidades, recolocación, dipping postordeño y salida de vacas de la sala fueron 9,3; 26,8; 14,4; 1,0; 8,8 y 5,0 seg/vaca. Dichos tiempos, ordenados según el valor de los promedios, representan respectivamente un 41,0; 22,1; 14,2; 13,5; 7,7 y 1,5 % del promedio de TRTe (65,3 seg/vaca), para la preparación, colocación de unidades, entrada de vacas, dipping postordeño, salida de animales de la sala y recolocación de unidades (Cuadro 15).

Estos resultados indicarían que, independientemente de la configuración y capacidad de las salas en espina de pescado estudiadas, la preparación preordeño es la labor que mayor

tiempo demanda dentro de la rutina de trabajo de los ordeñadores (41,0%), ubicándose a continuación la colocación de unidades, que representa un 22,1% de la rutina esencial. Los tiempos destinados al ingreso de vacas y aplicación del dipping postordeño fueron un poco menores, representando cada uno aproximadamente un 14% del TRTe. Las actividades que requirieron menores tiempos de trabajo fueron la salida de animales de la sala y la recolocación de unidades.

Como se observa en el cuadro 15, el tiempo destinado a actividades misceláneas (TM) y el tiempo ocioso del operador (TO), alcanzaron en promedio a 13,7 y 5,3 seg/vaca, lo que indicaría que los ordeñadores, en general, dedican más tiempo a actividades misceláneas, comparado con el que destinan a no realizar actividades. En promedio, ambos tiempos (TM y TO), representaron un 29,6% del TRTe.

Los mínimos y máximos obtenidos para cada tiempo denotan la variabilidad existente entre predios, para todos los elementos de la rutina de trabajo de los ordeñadores, tanto en lo referente a rutina esencial como no esencial. El TRTe fluctuó entre 29,4 y 107,7 seg/vaca, con una desviación estándar de 17,6 seg/vaca ($CV = 27,0\%$). Dicho valor denota una variabilidad relativamente baja, en comparación a la de los demás resultados que aparecen en el cuadro 15. Los tiempos de la rutina de trabajo que mostraron menor variabilidad, correspondieron a la colocación de unidades, dipping postordeño, preparación y entrada de vacas a la sala. Las actividades que presentaron una mayor variabilidad entre salas, con CV mayores a 50%, agrupadas en orden descendente según los valores de sus CV, fueron las siguientes: recolocación de unidades, TO, salida de vacas de la sala, TO + TM como % de TRTe y TM.

5.4.2 Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores, según el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Como se observa en el cuadro 16, el promedio de TRTe tendió a ser levemente menor en las salas línea simple o con dos puestos por unidad (64,4 seg/vaca), en comparación a las línea doble o de un puesto por unidad (67,2 seg/vaca); registrándose una variabilidad algo

mayor en el TRTe de las primeras, de acuerdo a los valores alcanzados por los CV: 30,4 y 19,8%, respectivamente. No se encontraron grandes diferencias entre ambos tipos de sala en los promedios de los elementos que conforman el TRTe, aunque los valores correspondientes a los tiempos de preparación, recolocación de unidades, dipping y salida de vacas fueron algo más bajos en las salas línea simple en comparación a las línea doble, verificándose la tendencia contraria para la entrada de vacas y colocación de unidades.

Cuadro 16. Tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores según el tipo de sala (línea simple y línea doble), (seg/vaca)

	Línea simple		Línea doble	
	Prom.	DE	Prom.	DE
Entrada	9,7	4,6	8,5	3,1
Preparación	26,3	10,6	27,8	8,0
Colocación	15,4	4,0	12,4	1,5
Recolocación	0,8	0,9	1,4	1,5
Dipping postordeña	7,7	1,9	11,0	2,8
Salida	4,5	3,1	5,9	3,2
Tiempo total (TRTe)	64,4	19,6	67,2	13,3
Tiempo en actividades misceláneas (TM)	12,3	6,3	16,6	7,7
Tiempo ocioso del operario (TO)	2,6	2,8	10,9	7,2
TO + TM como % del TRTe	23,7	11,0	41,4	18,2

Del cuadro 16, se puede inferir que las diferencias más evidentes entre ambos diseños correspondieron al TM, TO y la proporción TO + TM respecto al TRTe. La diferencia fue particularmente notoria en el caso del TO, el cual presentó un promedio muy bajo y un CV elevado en las salas de dos puestos por unidad, respecto a aquellas con un puesto por unidad: 2,6 seg/vaca y 107,7% *versus* 10,9 seg/vaca y 66,1%; respectivamente. El TM también mostró un promedio menor y un CV mayor en las salas línea simple (12,3 seg/vaca; 51,2%), en relación a los de un puesto por unidad o línea doble (16,6 seg/vaca; 46,4%), pero las diferencias no fueron tan notorias como las encontradas para el TO. Como consecuencia de lo anterior, la proporción TO + TM respecto al TRTe, fue muy inferior en las denominadas salas pendulares (dos puestos por unidad), en comparación a las salas línea doble, como lo reflejan sus promedios correspondientes: 23,7 y 41,4%. Sin embargo, la variabilidad del TO + TM como proporción del TRTe sería bastante similar para ambos tipos de sala, considerando los valores alcanzados por los CV: 46,4 y 44,0%, respectivamente.

Aún cuando las salas con un puesto por unidad permiten una mayor flexibilidad para ordeñar y realizar una rutina más rápida que las salas línea simple, asociado a ello habría un mayor tiempo ocioso de las unidades de ordeña, en comparación a las salas con dos puestos por unidad, lo que se traduciría en un aumento del tiempo del operador en actividades misceláneas y ociosas. Esta diferencia entre ambos tipos de sala, sería la principal explicación de los promedios más elevados de TM, TO y $TM + TO/TRTe$ determinados en las salas línea doble, en comparación a las salas línea simple. Otro factor que podría contribuir a explicar un mayor TO en las salas línea doble, es el nivel productivo más elevado de los rebaños ordeñados en este tipo de salas (25,2 l/vaca/día), comparado con el nivel productivo de los rebaños ordeñados en salas línea simple (21,2 l/vaca/día), considerando lo señalado por Armstrong y Quick (1986), según los cuales un aumento en la producción de leche se asociaría a un incremento del tiempo ocioso de los ordeñadores.

A continuación se describen y analizan los resultados obtenidos para el TRTe y los tiempos que lo conforman, de acuerdo al número de puestos por lado y número de unidades por ordeñador en las salas línea simple y línea doble. Para evaluar cada uno de estos tiempos, se consideraron las recomendaciones para salas línea doble de Armstrong *et al.* (1994) y Jones y Armstrong (s.f.), y los valores propuestos por Kammel (1995), para salas línea simple. Estas recomendaciones se consignan en el anexo 3.

5.4.3 Tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, según número de puestos por lado, número de unidades por operador y tipo de sala (línea simple y línea doble)

5.4.3.1 Tiempo de entrada

De acuerdo a la metodología empleada en el estudio, el tiempo de entrada representa el tiempo dedicado por el ordeñador a entrar vacas a la sala e incluye además el tiempo empleado por éste en esperar que los animales ingresen a la sala. Este tiempo deja de considerarse en la medida que el operador realiza otras actividades, tales como lavado de

unidades o lavado del piso, aunque sigan ingresando vacas a la sala, hasta que vuelva a retomar dicha actividad.

Como se señaló al analizar los resultados obtenidos en el total de salas, el promedio de tiempo de entrada fue de 9,3 seg/vaca, presentando un rango entre 3,7 y 23,7 seg/vaca (Cuadro 15). No se observaron mayores diferencias a este respecto según el tipo de sala, aunque el promedio de tiempo de entrada para las salas línea simple tendió a ser levemente mayor en comparación a las salas línea doble: 9,7 y 8,5 seg/vaca, respectivamente (Cuadro 16). Las diferencias en el tiempo de entrada según el tipo de sala, fueron más evidentes en las instalaciones de 9 o menos puestos por lado, que en las de 10-14 puestos por lado (Fig. 5). De los resultados que aparecen en el cuadro 16, se desprende que la variabilidad del tiempo de entrada sería mayor en el primer tipo de sala, según los valores de los CV: 47,4 y 36,5%, respectivamente. No habría una explicación para esta diferencia, pudiendo estar probablemente relacionada con el mayor rango de tamaño de las salas línea simple.

El promedio de 9,7 seg/vaca determinado para las salas línea simple, podría calificarse como aceptable, considerando lo recomendado por Kammel (1995), quien sostiene que el tiempo de entrada para salas pendulares debería ser de 10,0 seg/vaca. No obstante, dicho promedio sería un poco elevado en comparación al determinado por Estévez y Marín (1991), para el mismo tipo de sala, cuyo promedio fue 7,8 seg/vaca, en instalaciones línea simple de 6 a 12 puestos por lado. Sin embargo, debe tenerse presente que estos promedios no serían estrictamente comparables, debido a que en el estudio recién citado se incluyó salas en espina de pescado pendulares más pequeñas, utilizándose además una metodología distinta para la obtención de los datos de tiempo y movimiento.

Jones y Armstrong (s.f.) señalan que el tiempo de entrada promedio esperado, para las características de las salas de ordeña de Estados Unidos, sería de 5 ± 2 seg/vaca. Asumiendo que la mayor parte de la información analizada por estos autores, corresponde a salas línea doble, el promedio de 8,5 seg/vaca registrado en el presente estudio se encontraría levemente por sobre dicho rango, lo que probablemente pueda explicarse en parte por un mayor grado de automatización en los sistemas de ingreso de las vacas a la

salas de ordeña estadounidenses. No obstante, en un estudio realizado en Estados Unidos, que incluyó salas espina de pescado línea doble, de entre 6 a 12 puestos por lado, Barry *et al.* (1992) obtuvieron un tiempo de entrada promedio de 10,2 seg/vaca; promedio que no difiere mayormente del determinado en el presente estudio, para el mismo tipo y diseño de sala (8,5 seg/vaca). Además, dicho promedio se ubicaría dentro del rango de valores de tiempos de entrada recomendado en Estados Unidos, para salas de ordeña espina de pescado línea doble, el cual según Armstrong *et al.* (1994) sería de 4 a 12 seg/vaca.

Con respecto al efecto del tamaño de las salas, se observó una tendencia de disminución en el tiempo empleado por el operador para entrar vacas a la sala en la medida que aumentaba su tamaño, determinándose los siguientes promedios para las salas línea simple: 12,6; 9,3; 7,8 y 9,5 seg/vaca, en salas con 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado. En las salas línea doble esta tendencia fue menos evidente, obteniéndose promedios de 9,4 seg/vaca para las salas de 9 o menos puestos por lado y 8,1 seg/vaca para las salas de entre 10 y 14 puestos por lado (Fig. 5).

De los resultados anteriores, se desprende que el tiempo de entrada a la sala, expresado en seg/vaca, disminuye a medida que aumenta el número de puestos por lado, tendencia que fue más evidente en las salas línea simple que en las línea doble. Los resultados de Estévez y Marín (1991), también indicarían una tendencia de relación inversa entre el número de puestos y el tiempo de entrada por vaca en las salas línea simple, tendencia que no se observó en las salas línea doble.

Los resultados obtenidos difieren de los descritos por Armstrong y Quick (1986), los cuales indican un aumento en el tiempo de entrada al incrementarse el tamaño de la sala. No obstante, la diferencia entre estudios podría explicarse por la distinta metodología utilizada, ya que en el presente trabajo se midió el tiempo empleado por el ordeñador en entrar vacas, mientras que en el de Armstrong y Quick (1986), el tiempo de entrada corresponde al lapso transcurrido desde el ingreso de la primera hasta la última vaca.

Basados en una metodología similar de medición de los tiempos de rutina de trabajo, Barry *et al.* (1992) comprobaron una tendencia de disminución del tiempo de entrada por

vaca, a medida que aumentaba el número de puestos por lado en salas línea doble. Como se señaló, esta tendencia se observó en las salas línea simple y fue menos evidente en las salas línea doble (Fig. 5). El reducido rango de tamaño de salas línea doble evaluadas en el presente estudio, podría haber limitado el análisis de la relación entre el tamaño de este tipo de sala y algunos tiempos de rutina de trabajo, como el tiempo de entrada de las vacas a la sala.

El incremento de la eficiencia de ingreso de las vacas a la sala, asociado al aumento de su capacidad en las salas línea simple, alcanzaría su óptimo entre los 15 a 19 puestos por lado, ya que en aquellas de mayor tamaño se observó un incremento en el tiempo de entrada (Fig. 5). Probablemente la reducción en el tiempo de entrada se deba al denominado efecto de presión de sala, descrito en los estudios de tiempos y movimientos realizados por Barry *et al.* (1992) y Armstrong (1992), quienes señalan que los ordeñadores trabajan sólo a la velocidad necesaria para ordeñar una cantidad determinada de vacas en cierto número de horas, por lo que generalmente la eficiencia aumenta cuando se agregan más vacas, ya que los ordeñadores tienden a mantener el tiempo total de ordeño.

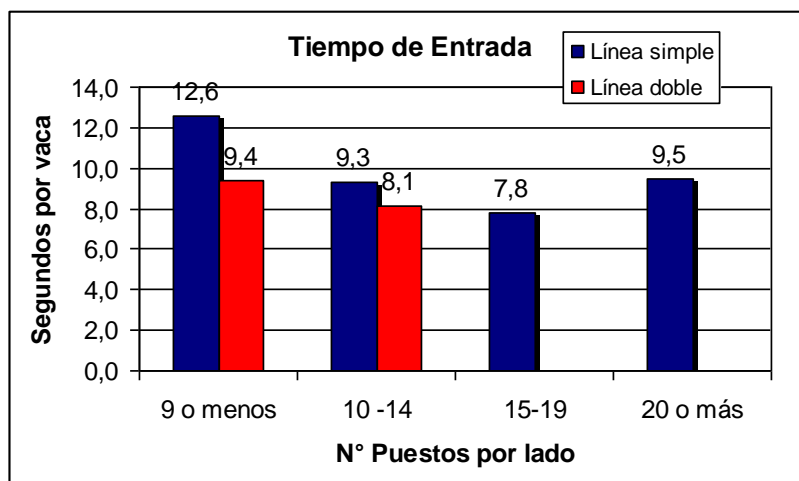


Figura 5. Tiempos promedio de entrada de las vacas a la sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

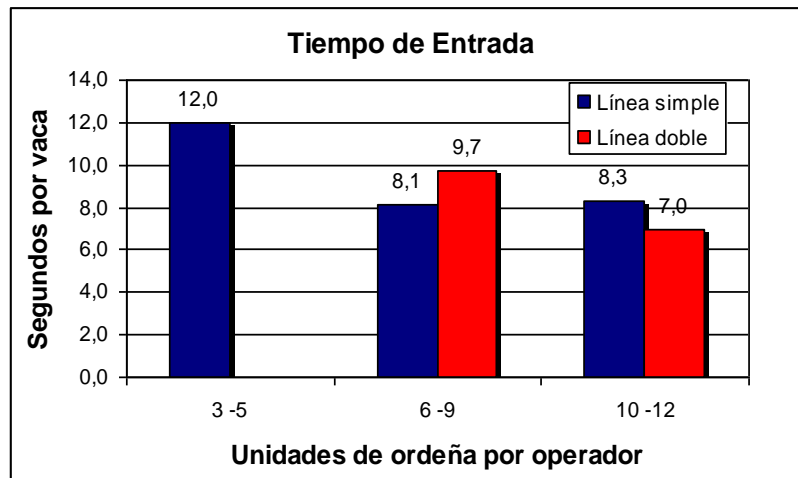


Figura 6. Tiempos promedio de entrada de las vacas a la sala, según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Dado que la mayoría de las salas contaba con dos operadores, y muy pocas con un operador o con más de dos operadores (Cuadro 3), no fue posible analizar adecuadamente una eventual relación entre el número de ordeñadores y el tiempo de ingreso de los animales a la sala. En consecuencia y considerando la variabilidad en el número de puestos de ordeño en las salas estudiadas (Fig. 1), se estimó más conveniente estudiar este tipo de relación en base al número de unidades manejadas por cada ordeñador.

De acuerdo a los resultados resumidos en la figura 6, el tiempo promedio de ingreso de las vacas disminuye de 12,0 a 8,1 seg/vaca, al aumentar de 3-5 a 6-9 el número de unidades por operador, en las salas línea simple. El mismo tipo de relación se observa en las salas línea doble, cuando el número de unidades por operador se incrementa de entre 6-9 a 10-12. En cambio, el paso de salas línea simple con 6-9 a 10-12 unidades por operador, no afectaría mayormente el tiempo de entrada, considerando los valores de los promedios correspondientes: 8,1 y 8,3 seg/vaca, respectivamente.

Barry *et al.* (1992) describen cierta interacción entre el número de puestos por lado y el número de operadores, que afectaría el tiempo de entrada, ya que en las salas más pequeñas, manejadas por dos operadores *versus* un operador, el tiempo empleado en entrar las vacas sería mayor, ya que son dos las personas que entran vacas o esperan que éstas

ingresen. Este tipo de análisis no se realizó en el presente estudio porque la mayoría de las salas era manejada por dos operadores, aunque los resultados serían compatibles con lo informado por Barry *et al.* (1992), si se considera que los tiempos de entrada por vaca tendieron a ser más elevados en las salas más pequeñas y con menor número de unidades por operador (Figs. 5 y 6).

5.4.3.2 Tiempo de preparación

El tiempo de preparación corresponde al empleado por el operador en preparar los pezones y lograr una buena estimulación antes de la colocación de la unidad de ordeña. De acuerdo a la metodología de evaluación utilizada, dicho tiempo deja de considerarse en la medida que el operador realiza cualquier otra actividad.

El promedio del tiempo de preparación para el total de salas fue de 26,8 seg/vaca, con un mínimo de 6,7 y un máximo de 48,3 seg/vaca (Cuadro 15). El análisis descriptivo según el tipo de sala, arrojó promedios muy similares para ambos tipos de sala, aunque tendió a ser levemente menor en las salas línea simple que en las línea doble: 26,3 y 27,8 seg/vaca, respectivamente (Cuadro 16). Sin embargo, la variabilidad del tiempo de preparación fue más elevada en el primer tipo de sala, de acuerdo a los valores de los respectivos CV: 40,3 y 28,8%. Esta diferencia en la variabilidad en el tiempo de preparación entre ambos tipos de sala, podría estar dada por el mayor rango de tamaño de las salas línea simple y por estar más expuestas que las salas línea doble, a la influencia de múltiples factores que pueden afectar la consistencia de la rutina de preparación, como por ejemplo la presencia de vacas duras.

En general, los promedios encontrados para los tiempos de preparación en las salas línea simple (26,3 seg/vaca) y línea doble (27,8 seg/vaca), serían algo elevados en comparación con los valores recomendados en la literatura. Es así que de las recomendaciones de tiempos de rutina de trabajo de Jones y Armstrong (s.f.), para salas espina de pescado línea doble, se desprende que un tiempo adecuado de preparación sería aproximadamente 21 seg/vaca, valor que incluye 8 ± 2 , 6 ± 2 y 7 ± 2 seg/vaca dedicados al despunte, predipping,

y limpieza y secado de los pezones, respectivamente. Ello coincide con el valor recomendado para salas línea simple por Kammel (1995), quien señala que el tiempo de preparación en este tipo de sala debería ser de 20 seg/vaca.

Por otra parte, los promedios determinados en el presente estudio, también indicarían tiempos de preparación algo mayores, en relación a los informados en algunos trabajos realizados en otros países. Así, en un estudio de tiempos y movimientos efectuado también en salas espina de pescado línea doble, el promedio de tiempo de preparación alcanzó a 20,2 seg/vaca (Barry *et al.*, 1992). Armstrong *et al.* (1994) señalan que los tiempos de preparación recomendados para salas línea doble en espina de pescado varían entre 11 a 28 seg/vaca, por lo que el promedio determinado en el presente estudio para este tipo de sala, se ubicaría en el máximo de dicho rango.

Los promedios de tiempo de preparación encontrados en las salas línea simple y línea doble (26,3 y 27,8 seg/vaca, respectivamente), también superarían a los obtenidos por Estévez y Marín (1991), en salas espina de pescado de la zona sur de Chile, cuyos valores alcanzaron a 15 seg/vaca (salas línea simple de 6 a 12 puestos por lado) y 13,8 seg/vaca (salas línea doble de 4 a 8 puestos por lado). Las diferencias entre ambos estudios se hacen particularmente evidentes, al comparar las salas línea simple de similar tamaño (Fig. 7). En cambio, los promedios de tiempo de preparación determinados en el presente estudio, resultarían menores en relación a los promedios de 60,9 y 36,8 seg/vaca, correspondientes a salas espina de pescado línea simple y doble, respectivamente; evaluadas en la zona central del país (Bezama, 1991).

Los tiempos de preparación más prolongados encontrados en el presente estudio, respecto a los informados para la misma zona por Estévez y Marín (1991), podrían reflejar la realización de procedimientos de preparación más completos que los utilizados en aquellos años. Los mayores tiempos de preparación descritos por Bezama (1991), podrían indicar una preparación preordeño más prolongada debido al sistema de producción en confinamiento, empleado preponderantemente en las lecherías incluidas en su estudio, donde las vacas llegarían más sucias a la sala, requiriendo de una preparación más

cuidadosa en desmedro de su rapidez. Las diferencias entre los resultados del presente estudio y los de los trabajos recién citados, también podrían explicarse en parte por las distintas metodologías utilizadas para medir el tiempo de preparación.

En contraposición a lo descrito para el tiempo de preparación, al comparar todas las salas línea simple y línea doble (Cuadro 16), la comparación entre salas línea simple (dos puestos por unidad), con salas línea doble (un puesto por unidad), de similar tamaño; indicaría que en las últimas el tiempo de preparación fue algo menor, promediando 27,3 y 28,0 *versus* 30,7 y 32,1 seg/vaca, para salas de 9 o menos, y de entre 10 a 14 puestos por lado, respectivamente (Fig. 7). Esto se puede deber fundamentalmente a que en las 24 salas con rutina de tipo grupal y en 4 de las 14 salas con rutina territorial (66,7% del total de salas), se preparan las vacas en grupos de 4 a 5 por vez, situación en que la presencia de unidades desocupadas en las salas línea doble favorece una mayor fluidez del trabajo que en las línea simple (Whipp, 1992). En el caso de las salas línea doble, el tiempo de preparación no mostraría relación con el número de puestos por lado (Fig. 7).

Al analizar el número de puestos por lado, dentro de las salas línea simple, se puede apreciar un aumento leve del tiempo de preparación al incrementarse el número de puestos por lado, de 9 o menos (30,7 seg/vaca) a 10-14 (32,1 seg/vaca), (Fig. 7). Esta pequeña diferencia estaría dada principalmente porque en las salas de entre 10 y 14 puestos por lado, trabajan en promedio más operadores (Cuadro 3), con lo cual tiende a disminuir el número de unidades por operador y, por ende, la presión de trabajo en la sala. En las salas de mayor tamaño (15-19 y 20 o más puestos por lado), se verifica una disminución notable en el tiempo de preparación, alcanzando los promedios respectivos a 22,7 y 20,9 seg/vaca. El menor tiempo de preparación encontrado en las salas línea simple de mayor tamaño, estaría asociado a un mayor número de unidades por operador, hipótesis que sería compatible con los resultados de este estudio (Fig. 8), lo cual se traduciría en un incremento en la presión de trabajo de los ordeñadores, efecto descrito tanto por Barry *et al.* (1992) como por Armstrong (1992), y que explicaría la disminución de los tiempos de la mayoría de los elementos que conforman la rutina de trabajo.

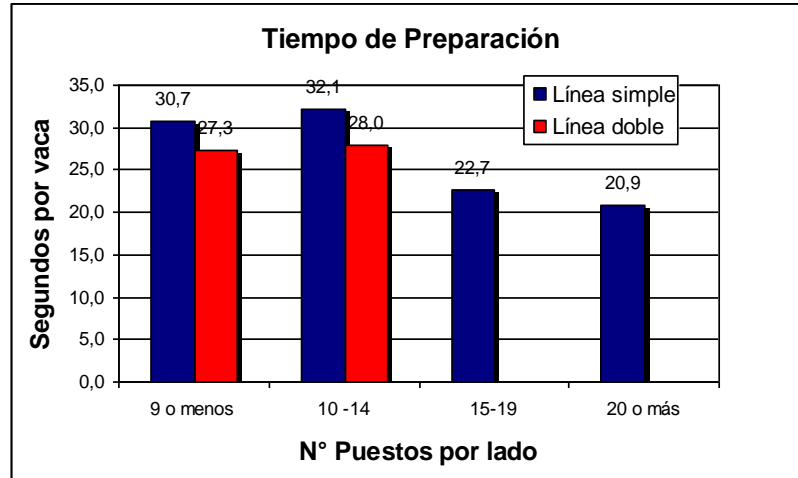


Figura 7. Tiempos promedio de preparación según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

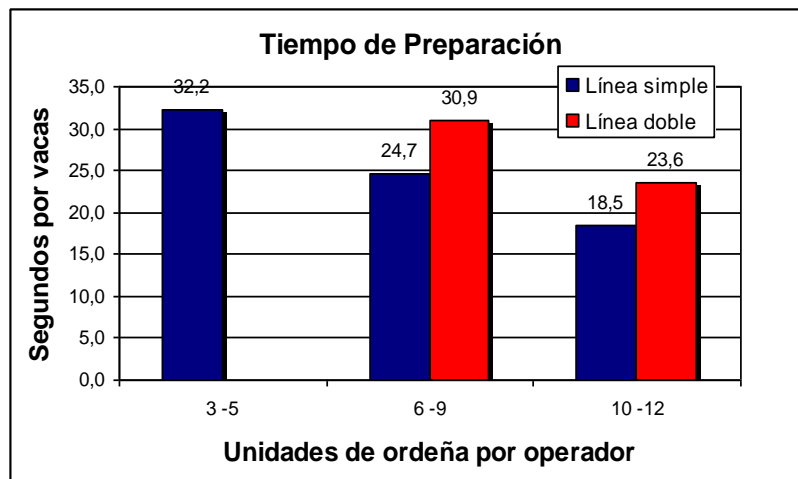


Figura 8. Tiempos promedio de preparación según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

La figura 8, corroboraría el importante efecto que ejerce el número de unidades por operador sobre el tiempo de preparación, tanto en salas línea simple como doble. En las primeras pudo determinarse una disminución de los promedios del tiempo de preparación, desde 32,2 a 24,7 y 18,5 seg/vaca, al aumentar el número de unidades por operador, de 3-5 a 6-9 y 10-12, respectivamente. Una relación similar se observó en las salas línea doble, donde los promedios correspondientes de preparación alcanzaron a 30,9 y 23,6 seg/vaca, en las instalaciones con 6-9 y 10-12 unidades por operador. En la misma figura se observa

que, a igual número de unidades por ordeñador, el tiempo de preparación tiende a ser mayor en las salas línea doble, lo que se explicaría porque si bien los operadores manejan el mismo número de unidades, las salas línea doble tienen la mitad de puestos por lado que las línea simple con igual número de unidades, lo cual implicaría una menor presión de trabajo en relación a las salas línea simple.

5.4.3.3 Tiempo de colocación de las unidades

Según la lógica de recolección y análisis de datos del sistema utilizado en este estudio, el tiempo de colocación de unidades corresponde al tiempo transcurrido desde que el ordeñador toma una unidad de ordeña para ser colocada, hasta que comienza a realizar otra actividad después que la unidad ha sido colocada.

El promedio del tiempo de colocación de las unidades de ordeña para el total de salas fue de 14,4 seg/vaca, con un mínimo de 7,0 y un máximo de 27,0 seg/vaca (Cuadro 15). El análisis descriptivo según el tipo de sala, mostró un promedio levemente mayor para las salas línea simple en comparación a las salas línea doble: 15,4 y 12,4 seg/vaca (Cuadro 16). Los valores de los CV (26,0 y 12,1%, respectivamente), indicarían una menor variabilidad entre salas para el tiempo de colocación de las unidades de ordeña en las instalaciones con un puesto por unidad. Las diferencias observadas entre las salas línea simple y línea doble del estudio, probablemente se expliquen por lo señalado anteriormente, en el sentido que las salas línea doble favorecerían una rutina más fluida y una colocación más rápida, ya que siempre hay una unidad disponible al momento de terminar la preparación de las vacas (Kammel, 1995).

En general, estos promedios se encontrarían dentro del rango de valores informados en la literatura. Kammel (1995), señala que los tiempos de colocación de unidades para salas línea simple, deberían ser del orden de 14 seg/vaca, valor similar al determinado en el presente estudio para el mismo tipo de instalación (15,4 seg/vaca). El promedio de colocación de unidades de 12,4 seg/vaca correspondiente a las salas línea doble (Cuadro 16), se asemeja al promedio de 13,9 seg/vaca, obtenido por Barry *et al.* (1992) en el mismo

tipo de sala. Además, dicho promedio se encontraría en el extremo superior del rango de referencia de 8-10 seg/vaca señalado por Armstrong *et al.* (1994) y de 10 ± 2 seg/vaca recomendados por Jones y Armstrong (s.f.), para salas espina de pescado línea doble.

En cambio, los resultados del presente estudio no concordarían con los encontrados por Estévez y Marín (1991), quienes informan promedios más bajos para el tiempo de colocación de las unidades de ordeña. En las salas espina de pescado línea simple, el tiempo promedio de colocación de unidades fue de 7,2 seg/vaca (6-12 puestos por lado), mientras que en las salas línea doble el promedio obtenido para dicha variable fue de 6,6 seg/vaca (4-8 puestos por lado). Las diferencias entre estudios podrían obedecer a que las instalaciones evaluadas en el trabajo recién citado eran más pequeñas, aunque ello no sería compatible con los resultados encontrados en el presente estudio para las salas línea simple (Fig. 9). La explicación podría estar relacionada mas bien con las distintas metodologías utilizadas en ambos estudios para determinar el tiempo de colocación de las unidades (PASS, y cronómetro y planilla de registro, respectivamente).

El análisis de la figura 9, para las salas de línea simple, deja en evidencia que el tiempo promedio de colocación de las unidades decrece en la medida que las salas aumentan de tamaño, desde 18,0 hasta 13,2 seg/vaca. En las salas línea doble, el menor tiempo de colocación de las unidades en relación a las salas línea simple, fue particularmente evidente en las instalaciones más pequeñas (9 o menos puestos por lado). La tendencia observada en las salas línea simple, se explicaría por lo señalado por Barry *et al.* (1992), quienes concluyeron que el operador u operadores emplean más tiempo en colocar unidades, en la medida que manejan un menor número de unidades de ordeña, situación que tendería a ser más frecuente en las salas más pequeñas. Esta tendencia no se evidenció en las salas línea doble, donde se obtuvo un promedio levemente más elevado para el tiempo de colocación de unidades en las instalaciones de mayor tamaño.

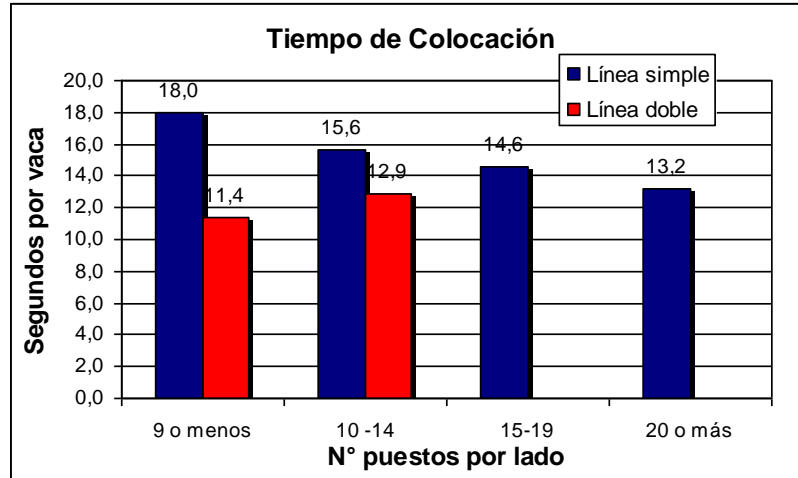


Figura 9. Tiempos promedio de colocación de unidades según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

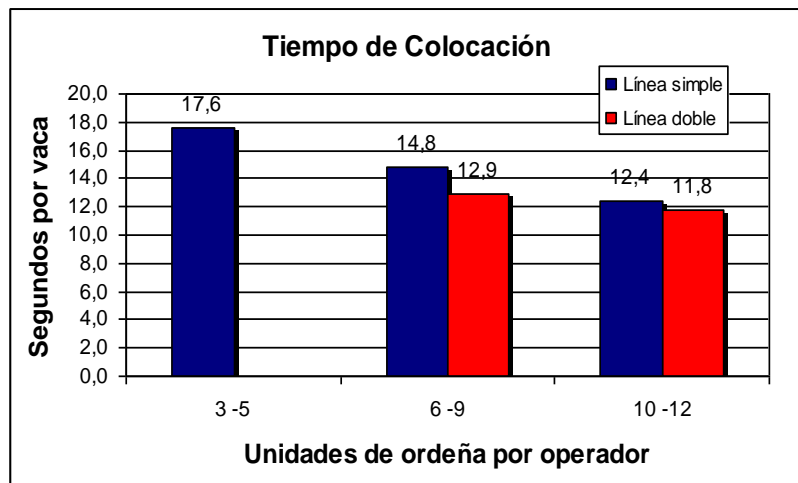


Figura 10. Tiempos promedio de colocación de unidades según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Los resultados presentados en la figura 10, corroborarían la influencia del número de unidades por operador sobre el tiempo de colocación de las unidades, particularmente en las salas línea simple, dado que éste tendió a disminuir asociado al incremento de la primera variable, desde un promedio de 17,6 hasta 12,4 seg/vaca. Los tiempos de colocación tendieron a ser algo menores en las salas línea doble que en las línea simple, diferencia que fue más evidente para el rango de 6-9 unidades por operador. Este resultado se explicaría por la mayor disponibilidad de unidades desocupadas en las salas línea doble, y el mayor

grado de dificultad y tiempo que involucraría cambiar las unidades de uno a otro lado en las salas línea simple.

Del punto de vista de la eficiencia y calidad del ordeño, además del tiempo empleado en la preparación y colocación de las unidades, es muy importante considerar el tiempo que comprende el lapso desde el comienzo de la preparación hasta la colocación de la unidad de ordeña (Ruegg, 2010). Las recomendaciones, en general, coinciden en que la unidad de ordeña debe colocarse dentro de un lapso que permita un aprovechamiento máximo del reflejo de eyección de leche, con el fin de minimizar el tiempo de ordeño, lo cual beneficiaría la condición de los pezones y la sanidad mamaria (Philpot, 1999; Reneau, 2001). Este tiempo idealmente debe ser de 1,3 minutos (1 minuto, 18 segundos); aceptándose un rango de 1 a 1,5 minutos como el tiempo óptimo para todas las etapas de la lactancia (Reneau, 2001; Ruegg, 2010). Un tiempo superior a 3 o 5 minutos, se asocia a una mayor cantidad de leche residual, mayor contenido de grasa láctea, y menor producción de leche, cualquiera sea la etapa de lactancia (Rasmussen *et al.*, 1992; Reneau, 2001; Smith *et al.*, 2005; Ruegg, 2010). Por otra parte, un tiempo de postura de la unidad menor a 45 segundos, también se reflejaría en una disminución de la eficiencia de ordeño (Ruegg, 2010).

La medición realizada en el presente estudio, mediante el sistema de análisis PASS, corresponde al tiempo comprendido entre el comienzo de la preparación y la colocación de la primera unidad de ordeña de cada ciclo o mangada de vacas que pasan por la sala. La variable tiempo de postura de la primera unidad (TPPU), constituye un estimador del tiempo transcurrido entre el inicio de la preparación y la colocación de cada unidad dentro de una sesión completa de ordeño. El promedio de TPPU para el total de salas evaluadas fue de 1,8 min, con un rango de 0,2 a 5,0 min, alcanzando la desviación estándar a 0,9 min y el CV un valor de 50%. El valor obtenido para este promedio denotaría un menor tiempo para el lapso comprendido entre el comienzo de la preparación y la colocación de las unidades, comparado con los valores determinados por Cuadra (1999), los cuales alcanzaron a 2,9 y 2,2 minutos en dos salas de 8 puestos por lado.

En la figura 11 se presenta la distribución de salas, de acuerdo a distintos rangos de TPPU.

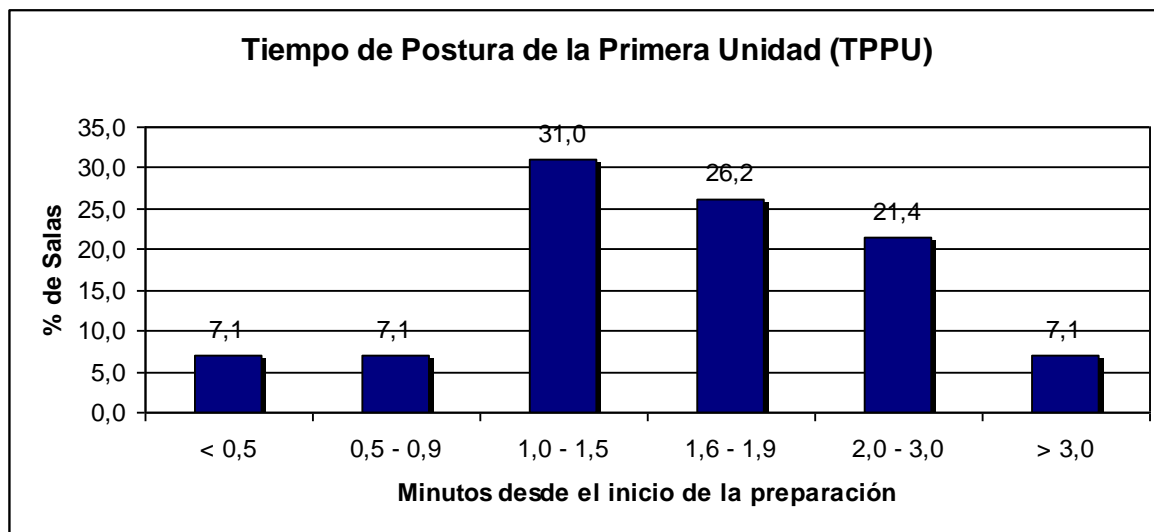


Figura 11. Distribución de las salas según el tiempo de postura de la primera unidad

Como se observa en la figura 11, en la mayoría de las salas el tiempo promedio de colocación de la primera unidad se encontraría dentro de un margen aceptable de 1,0 a 3,0 min (78,6%), siendo el rango más frecuente el de 1,0 a 1,5 min, seguido de los rangos de 1,6 a 1,9 y 2,0 a 3,0 min: 31,0; 26,2 y 21,4%, respectivamente. La proporción de salas en que el tiempo postura de la primera unidad resultó adecuado aumentaría a 85,7%, si se considera aceptable un tiempo de colocación de 0,5 a 0,9 min. En consecuencia, en un 14,2% de los casos estudiados existiría un potencial de mejoramiento de la eficiencia de ordeño, corrigiendo el tiempo entre el comienzo de la preparación y la colocación de las unidades, puesto que en una idéntica proporción de las salas (7,1%), la colocación se realizaba por sobre los 3 min o antes de transcurridos 0,5 min de iniciada la preparación, con los eventuales efectos negativos que ocurrirían en ambas circunstancias sobre el tiempo de ordeño, las condiciones de los pezones y la producción de leche.

Estos resultados mostrarían una situación claramente favorable, en comparación a la observada en otros estudios realizados en el país. Durandal (2003) comprobó que en un 34,3% de los predios con ordeña mecánica, asociados a centros de acopio lechero de la zona central, las unidades se colocaban después de 3 minutos de iniciada la preparación.

Los resultados obtenidos por Blanlot (1999), en lecherías de mayor tamaño de la zona sur, también indican que una deficiencia importante en los procedimientos de ordeño era la colocación tardía de la unidad (> 3 min), particularmente en los predios que empleaban una rutina de preparación completa, que incluía el secado de los pezones (44% de los casos), cifra que disminuía a un 22% en los predios en que no se secaban los pezones. Dichos resultados contrastan con los encontrados en el presente estudio, donde la colocación de la unidad después de 3 min de iniciada la preparación se verificó sólo en un 7,1% de los casos, pese a que el secado de pezones constituía una práctica ampliamente difundida (Cuadros 12 y 13).

Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio mostrarían cierta similitud con los de Jarpa (2001), quien verificó que en 41 salas de ordeña de la provincia del Bio-Bio, las unidades se colocaban en menos 1,5; 1,5 a 3 y más de 3 minutos de iniciada la preparación, en el 12,2; 78,0 y 9,8% % del total de casos, respectivamente.

5.4.3.4 Tiempo de recolocación de las unidades

Para efectos de este estudio, se consideró como tiempo de recolocación de unidades, al tiempo dedicado por el ordeñador a la repostura de las unidades caídas y al reajuste de una o más pezoneras debido a deslizamientos.

Como se señaló, la recolocación de unidades fue la labor que menos tiempo demandó a los ordeñadores, alcanzando el promedio para el total de salas a 1,0 seg/vaca (Cuadro 15). El tiempo de recolocación en las salas línea simple (0,8 seg/vaca), fue levemente menor que en las salas línea doble (1,4 seg/vaca), (Cuadro 16); mientras que los valores de los CV, indicarían que la variabilidad de este elemento de la rutina de trabajo de los ordeñadores tendió a ser algo más elevada para el primer tipo de sala: 125,0 y 107,1%, respectivamente. Estos resultados indicarían que, en general, el tiempo de recolocación de unidades se ajustaría a lo recomendado para salas línea doble por Jones y Armstrong (s.f.), quienes señalan que su valor debería ser $1,5 \pm 2$ seg/vaca. Sin embargo, como lo revela el rango

determinado para esta variable, el cual fluctuó desde 0 a 5,2 seg/vaca (Cuadro 15), en algunas salas el tiempo de recolocación de unidades habría sido excesivo.

Aún cuando se observó una gran variabilidad en el tiempo de recolocación de las unidades, siendo de hecho el elemento de la rutina de trabajo esencial que presentó el mayor CV (Cuadro 15), esta labor requirió de muy pocos segundos dentro de la rutina de trabajo, razón por la cual es muy difícil analizar una eventual relación con el número de puestos por lado y el número de unidades por operador, según el tipo de sala (línea simple o doble), (Figs. 12 y 13). La elevada variabilidad que exhibió el tiempo de recolocación de unidades, sugiere que pueden existir grandes diferencias entre salas, en relación a los numerosos factores que inciden en la necesidad y frecuencia de esta labor, producto de caídas de unidades o deslizamientos de pezoneras.

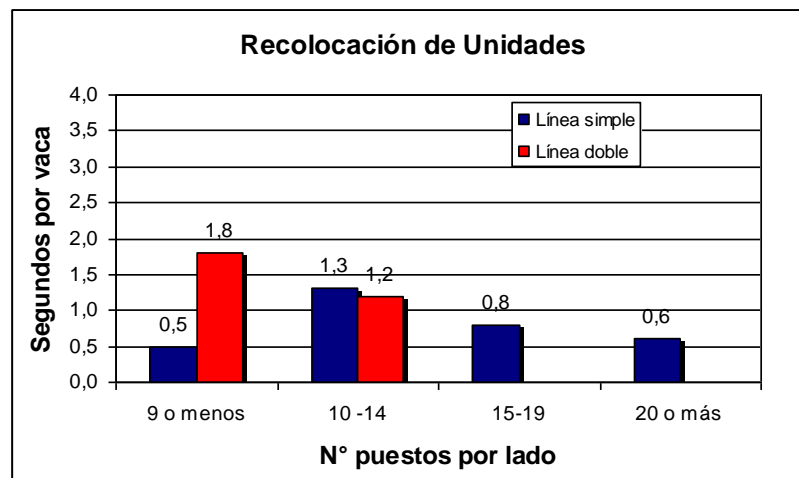


Figura 12. Tiempos promedio de recolocación de unidades según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

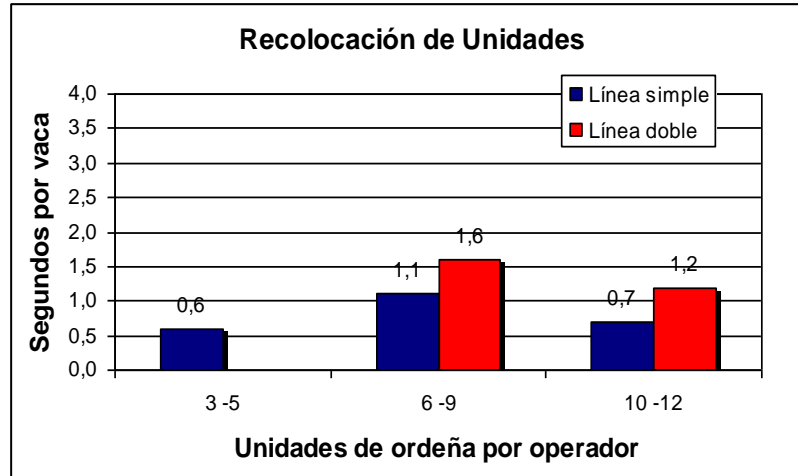


Figura 13. Tiempos promedio de recolocación de unidades según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Si bien el tiempo de recolocación de unidades fue muy reducido, sólo en 4 salas (9,5%), no se observó recolocaciones. Ello se explicaría porque en las salas restantes (90,5%), se pudo constatar recolocación o reposicionamiento sólo ocasionalmente, generalmente asociado a vacas con conformaciones inadecuadas de la ubre o mala alineación inicial de las unidades de ordeña.

En consecuencia, los resultados indicarían que en las salas estudiadas no habría grandes problemas de deslizamientos de pezoneras o caídas de unidades, y mostrarían una situación algo distinta a la informada en otros estudios nacionales, en lo referente a frecuencia de casos. En un trabajo que incluyó sólo equipos de ordeña directo a tarro, Durandal (2003) no observó deslizamientos de pezoneras en un 62,9% de los predios, constatándose ocasionalmente en el resto de los casos. Análogamente, estudiando equipos de ordeña mayoritariamente con línea de leche, Bezama (1991) detectó deslizamientos de pezoneras en el 50% de los casos, los cuales fueron principalmente de presentación ocasional. Con respecto a las caídas de unidades durante el ordeño, éstas no se detectaron en la casi totalidad de los casos (97,1%), estudiados por Durandal (2003) y en el 77,3% de los predios incluidos en el trabajo de Bezama (1991), presentándose en ambos estudios principalmente en forma ocasional.

A partir de los resultados obtenidos para el tiempo de recolocación de las unidades, cabría suponer que en las salas estudiadas no habrían grandes problemas de deslizamientos de pezoneras, aunque es un tema que debe ser estudiado más en profundidad, siendo necesario determinar su real importancia y sus posibles causas, que incluyen numerosos factores propios de la vaca, el ordeñador y el equipo de ordeña. Entre éstos destacan el ordeño de vacas con ubres muy grandes o con pezones muy pequeños; el ordeño de pezones húmedos y el sobreordeño; algunos diseños de pezoneras y la utilización de pezoneras más allá de su período de servicio, así como niveles de vacío inferiores a lo recomendado, y el empleo de colectores pesados sin brazos de sujeción (Hardy y Aceituno, 1995; Philpot, 1999).

Además de los deslizamientos de pezoneras, la recolocación ocasional de unidades de ordeña, observada en la mayoría de las salas en estudio, obedecería a caídas de las unidades. El bajo promedio obtenido para el tiempo de recolocación de unidades y el hecho de que las caídas de unidades hayan ocurrido ocasionalmente durante una sesión de ordeño en la mayoría de las salas, serían consistentes con los resultados encontrados para el nivel de vacío de trabajo de los equipos (Cuadro 10), y corroborarían que no se habrían alejado mayormente de los valores recomendables, dado que los desprendimiento de unidades aumentan cuando el nivel de vacío es muy bajo o muy elevado. Así, Olney y Mitchel (1983), comprobaron caídas de las unidades para vacíos de ordeño del orden de 35 kPa; mientras que Spencer y Rogers (1991) determinaron un número significativamente mayor de desprendimientos de unidades, al comparar vacíos de 42 y 44 kPa, con un nivel de 50 kPa. Por otra parte, un nivel de vacío demasiado alto provoca dolor y molestia en los animales, generándose como consecuencia de ello una gran cantidad de caídas de unidades de ordeña (Hardy, 1997).

5.4.3.5 Tiempo de aplicación del dipping postordeño

De acuerdo al sistema PASS de evaluación de la rutina de trabajo de los ordeñadores, esta variable corresponde al tiempo comprendido entre la toma de la dippinera por parte del ordeñador con la intención de aplicar el dipping, hasta que comienza una actividad diferente después de aplicar la solución desinfectante en los pezones.

El promedio del tiempo empleado en aplicar el dipping postordeño para el total de salas fue de 8,8 seg/vaca, con un mínimo de 4,3 seg/vaca y un máximo de 15,9 seg/vaca (Cuadro 15). El tiempo dedicado a este trabajo tendió a ser menor en las salas línea simple, en comparación a las salas línea doble: 7,7 y 11,0 seg/vaca, respectivamente (Cuadro 16). De los resultados presentados en el cuadro 16, se desprende que el tipo de sala no se relacionaría con la variabilidad del tiempo de este elemento de la rutina de trabajo de los ordeñadores, dado que los valores de los CV correspondientes a salas línea simple y doble fueron muy similares: 24,7 y 25,5%, respectivamente.

En general, estos promedios se asemejan a los informados en otros trabajos y podrían considerarse adecuados. El promedio correspondiente a las salas línea simple (7,7 seg/vaca), se aproximaría al valor propuesto por Kammel (1995), quien indica que los tiempos esperados de aplicación del dipping postordeño, para salas de tipo pendular, deberían ser del orden de 8 seg/vaca. En un estudio realizado en la zona sur del país por Estévez y Marín (1991), se determinó un promedio menor para la realización de este procedimiento (3,6 seg/vaca), en salas del mismo tipo y diseño. El promedio de tiempo de aplicación del dipping encontrado en las salas línea doble (11,0 seg/vaca), sería algo mayor en relación a los descritos en otros estudios para salas espina de pescado línea doble: 7,8 seg/vaca (Barry *et al.*, 1992); 3,6 seg/vaca (Estévez y Marín, 1991), y los valores recomendables para este tipo de sala: 5 ± 2 seg/vaca (Jones y Armstrong, s.f.).

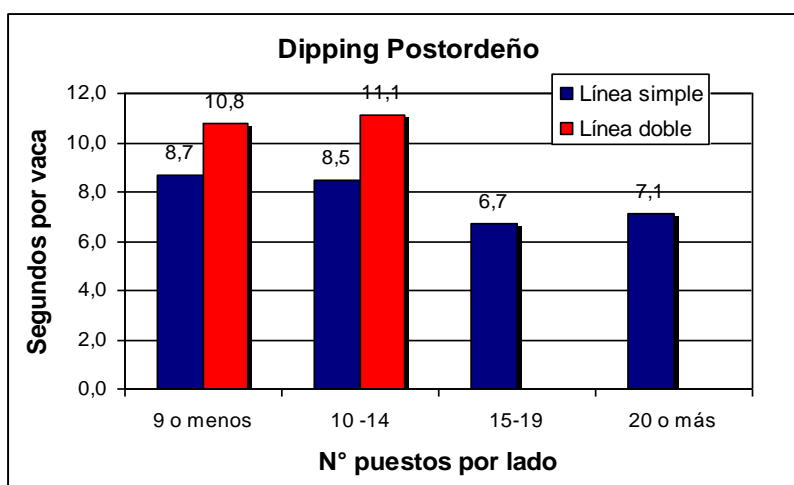


Figura 14. Tiempos promedio de aplicación de dipping postordeño según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

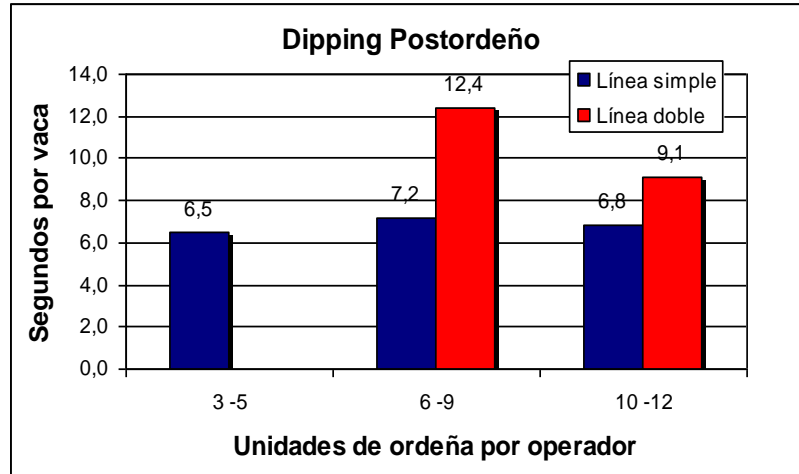


Figura 15. Tiempos promedio de aplicación de dipping postordeño según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

El análisis descriptivo de acuerdo al número de puestos por lado (Fig. 14), no mostró una relación clara con el tiempo de aplicación del dipping, dentro de cada diseño de sala, aunque los promedios tendieron a ser algo más bajos en las salas de mayor tamaño con línea simple (15-19 y 20 o más puestos por lado). En cambio, sí hubo diferencias en el tiempo empleado en aplicar el dipping postordeño, al comparar salas línea simple y línea doble de igual tamaño, las cuales fueron algo más aparentes en las instalaciones de 10-14 puestos por lado. Este último resultado podría reflejar una mayor disponibilidad de tiempo para aplicar el postdipping en las salas línea doble, en comparación a las salas línea simple de igual rango de puestos por lado, debido a que los ordeñadores destinan menos tiempo a entrar vacas, prepararlas y colocar las unidades (Figs. 5, 7 y 9).

De la figura 15, se deduce que en las salas línea simple, no habría una relación clara entre el número de unidades por operador y el tiempo de aplicación del dipping postordeño; mientras que en las salas línea doble o de un puesto por unidad, se observó una tendencia de reducción en el tiempo de aplicación del postdipping en aquellas donde se manejan más unidades por operador. Al igual que lo observado al comparar instalaciones de un mismo rango de tamaño, en las salas línea doble se determinó mayores tiempos de aplicación del postdipping que en las línea simple, lo que fue especialmente notorio en las salas con 6-9 unidades por operador, ello se explicaría en base a lo expresado anteriormente, en el sentido

que en las salas línea doble, habría una mayor disponibilidad de tiempo para realizar este procedimiento, particularmente en aquellas donde se manejan menos unidades por operador, lo que reflejaría un efecto de presión de sala para este tipo de instalaciones.

5.4.3.6 Tiempo de salida

El promedio del tiempo empleado en sacar vacas de la sala para el total de las instalaciones fue de 5,0 seg/vaca, variando entre 1,3 y 15,4 seg/vaca (Cuadro 15). Los promedios obtenidos según el tipo de sala, alcanzaron a 4,5 y 5,9 seg/vaca en las salas línea simple y línea doble, respectivamente; lo que denotaría una evacuación algo más rápida para el primer tipo de sala (Cuadro 16). Los CV calculados a partir de los resultados que aparecen en el cuadro 16, mostrarían una mayor variabilidad del tiempo de salida en las salas línea simple que en las línea doble: 68,9 y 54,2%, respectivamente.

El promedio de 4,5 seg/vaca, correspondiente a las salas línea simple, indicaría una rápida salida de las vacas de la sala; teniendo como referencia un tiempo recomendable de salida para salas pendulares de 7 seg/vaca (Kammel, 1995). En un trabajo realizado en la misma zona del presente estudio por Estévez y Marín (1991), se obtuvo un promedio muy similar para salas del mismo diseño (4,2 seg/vaca), aunque se debe considerar que se evaluaron salas espina de pescado línea simple de menor tamaño.

En el caso de las salas línea doble, el promedio de 5,9 seg/vaca, sería similar al determinado en el mismo tipo de sala por Barry *et al.* (1992), quienes obtuvieron un promedio de 6,6 seg/vaca para el tiempo de salida, pero algo mayor respecto al promedio de 4,2 seg/vaca informado por Estévez y Marín (1991) para este tipo de sala. El promedio de 5,9 seg/vaca obtenido en el presente estudio, se ajustaría a las recomendaciones de Jones y Armstrong (s.f.), quienes señalan que el tiempo de salida en salas línea doble debería ser de 6 ± 2 seg/vaca, y estaría dentro del rango de valores recomendables de entre 1 a 12 seg/vaca, propuesto para salas espina de pescado línea doble en Estados Unidos (Armstrong *et al.*, 1994).

El tiempo de salida de la sala no mostró una relación clara con el número de puestos por lado. En las salas línea simple sólo pudo observarse tiempos de salida levemente menores para las salas de 10 o más puestos por lado, respecto a las salas más pequeñas (9 o menos puestos por lado); determinándose promedios similares para el tiempo de salida de los tres rangos de mayor capacidad de sala. En el caso de las salas línea doble, los resultados mostrarían un comportamiento opuesto para el tiempo de salida, en relación a los resultados obtenidos para las salas línea simple, dado que en las salas más pequeñas (9 o menos puestos por lado), el tiempo de salida tendió a ser menor que en las de mayor capacidad (10 a 14 puestos por lado). De esta manera, al comparar ambos tipos de sala, en el rango de 9 o menos puestos por lado, el tiempo de salida fue menor en las salas línea doble que en las salas línea simple; ocurriendo lo contrario y de manera algo más evidente en las salas de 10 a 14 puestos por lado (Fig. 16). Si bien en las salas línea doble con un mayor número de puestos por lado las vacas deberían demorarse más en salir (Armstrong y Quick, 1986), tendencia observada en el presente estudio, ello no ocurriría en las salas línea simple probablemente por un fuerte efecto de presión de sala, donde el operador se ve obligado a cambiar rápidamente de actividad dentro de su rutina de trabajo, después que da inicio a la salida de las vacas de la sala.

Los resultados recién analizados, indicarían un efecto de presión de sala sobre el tiempo de salida de las vacas, para el factor tamaño de sala en las salas línea simple, desde el rango de 10-14 puestos por lado (Fig. 16); efecto que también parece reflejar la relación del tiempo de salida con el número de unidades por ordeñador en ambos tipos de sala (Fig. 17).

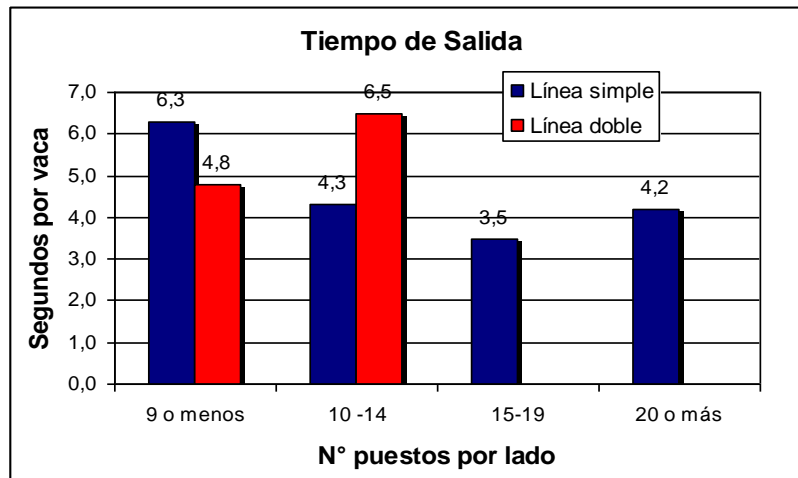


Figura 16. Tiempos promedio de salida de las vacas de la sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

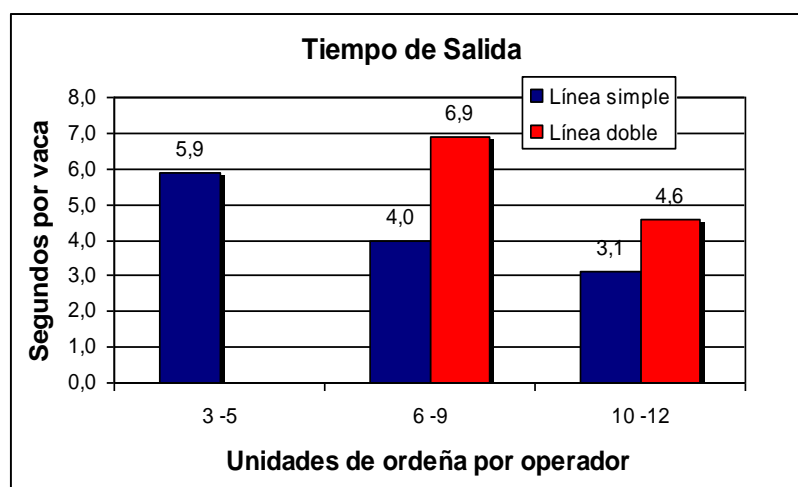


Figura 17. Tiempos promedio de salida de las vacas de la sala según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Como se puede observar en la figura 17, en ambos tipos de sala (línea simple y doble), el tiempo de salida muestra una tendencia a disminuir en la medida que se incrementa el número de unidades por operador. Las diferencias ya descritas para el tiempo de salida de las vacas, entre salas línea simple y línea doble, serían más evidentes en las salas donde se manejan 6–9 unidades por operador, con respecto a aquellas donde se utilizan 10–12 unidades por operador. Estos resultados indicarían un efecto de presión de sala sobre el tiempo de salida de las vacas, a medida que se incrementa el número de unidades por

ordeñador en ambos tipos de sala. La diferencia entre los promedios de tiempo de salida de ambos tipos de sala, en los dos rangos de unidades por operador, reflejaría la mayor disponibilidad de tiempo para sacar vacas en las salas línea doble respecto a las línea simple, lo que sería atribuible principalmente a los menores tiempos de entrada, preparación y colocación de unidades que caracteriza a estas salas. Sin embargo, esta explicación no sería consistente con los resultados obtenidos para las salas con 9 o menos puestos por lado, donde el tiempo de salida tendió a ser menor en las salas línea doble que en las línea simple (Fig. 16).

5.4.3.7 Tiempo total de la rutina esencial (TRTe)

El TRTe representa la suma de los tiempos de entrada, preparación, colocación de unidades, recolocación, retiro de unidades, aplicación del dipping postordeño y salida de las vacas. Los resultados de esta medición van a depender en gran parte de la cantidad y duración de los elementos de la rutina de preparación, y del grado de automatización de la sala (Whipp, 1992).

El promedio del TRTe para el total de salas fue de 65,3 seg/vaca, con un mínimo de 29,4 seg/vaca y un máximo de 107,7 seg/vaca. De acuerdo a los valores de los CV, el TRTe presentó una menor variabilidad que la observada para la casi totalidad de los elementos que conforman esta medición (Cuadro 15). No hubo grandes diferencias en el TRTe según el tipo de sala, aunque el promedio correspondiente a las salas línea simple, fue levemente menor en comparación al determinado en las salas línea doble: 64,4 y 67,2 seg/vaca, respectivamente. Los valores de las desviaciones estándar correspondientes, indicarían que la variabilidad del TRTe tendió a ser mayor en el primer tipo de salas (Cuadro 16), alcanzando los respectivos CV valores de 30,4 y 19,8%.

En general, podría afirmarse que los promedios de TRTe determinados en el presente estudio, serían algo elevados en comparación a lo informado en la literatura, tanto para salas línea simple como línea doble. Así, por ejemplo, el promedio de 64,4 seg/vaca correspondiente a las salas pendulares, supera claramente el promedio de tiempo de rutina

obtenido para el mismo tipo de sala por Estévez y Marín (1991), cuyo valor alcanzó a 36,6 seg/vaca. También sería un poco mayor, en relación al TRTe sugerido por Kammel (1995), para salas línea simple, con rutinas completas de preparación (59 seg/vaca). Algo similar ocurre con el promedio de TRTe de 67,2 seg/vaca, determinado en las salas línea doble, el cual supera los promedios de tiempo de rutina de trabajo de 34,2 y 49,0 seg/vaca, obtenidos en el mismo tipo de salas por Estévez y Marín (1991) y Barry *et al.* (1992), respectivamente. Además, dicho promedio sería elevado al compararlo con el rango recomendable de tiempo de rutina de trabajo esencial de 35,5 - 48,5 seg/vaca; rango calculado a partir de los tiempos sugeridos para los elementos de la rutina de trabajo esencial por Jones y Armstrong (s.f.), para salas línea doble.

Las diferencias observadas en el TRTe con respecto a los resultados de los estudios citados, podrían obedecer en parte a las distintas metodologías utilizadas en la evaluación del tiempo de rutina de trabajo de los ordeñadores, pudiendo también reflejar diferencias en la habilidad de los ordeñadores y en algunos aspectos de diseño de las salas que incidan en el tiempo de rutina total. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la habilidad de los ordeñadores sería un factor que afecta de manera importante el TRTe, tanto en las salas línea simple como línea doble, al evaluar los tiempos promedios de preparación respecto a los valores recomendables para ambos tipos de sala (Anexo 3). Como se analiza a continuación, basado en los resultados presentados en el cuadro 16 y en el anexo 3, el TRTe y la mayor parte de sus componentes fueron claramente superiores a los valores recomendables en las salas línea doble; mientras que en las salas línea simple las diferencias en relación a las recomendaciones fueron marginales, excepto para el tiempo de preparación.

La evaluación del TRTe en las salas línea simple, basada en los valores propuestos por Kammel (1995), para rutinas completas de preparación, demostraría que el promedio de 64,4 seg/vaca de TRTe determinado en este estudio, superaría sólo en 5,4 seg/vaca, o 9%, al valor recomendable (59 seg/vaca). Dicha diferencia estaría determinada fundamentalmente por el mayor tiempo empleado en la preparación de las vacas (26,3 seg/vaca), respecto al valor recomendable (20 seg/vaca); diferencia que equivale a un 32%

más de tiempo dedicado a esta actividad. Los demás tiempos de la rutina de trabajo esencial en las salas línea simple, se ajustan a las recomendaciones e incluso son menores en el caso del tiempo de salida de las vacas (4,5 *versus* 7 seg/vaca).

En contraposición a las salas línea simple, el promedio de TRTe obtenido en las salas línea doble (67,2 seg/vaca), superó notoriamente el valor que podría considerarse como máximo aceptable para este tipo de sala (48,5 seg/vaca), basado en las recomendaciones de Jones y Armstrong (s.f.), para los distintos componentes del TRTe, asumiendo también una rutina completa de preparación preordeño. La diferencia equivale a 18,7 seg/vaca, lo que representa un 39% por sobre lo recomendable y se explicaría por mayores tiempos en todos los elementos que conforman el TRTe de las salas línea doble en estudio, exceptuando el tiempo de salida de las vacas. Así, comparando el cuadro 16 y el anexo 3, puede apreciarse que los tiempos determinados para la entrada de las vacas a la sala, preparación preordeño, colocación de unidades y dipping postordeño, superaron respectivamente en 3,5; 6,8; 2,4 y 6,0 seg/vaca a los valores propuestos por Jones y Armstrong (s.f.); lo que corresponde respectivamente a un 70, 32, 24 y 120% de mayor tiempo destinado a dichas actividades.

Como se estableció al analizar los resultados presentados en el cuadro 16, las diferencias entre salas línea simple y línea doble, en cuanto a TRTe y cada uno de los tiempos que lo conforman, fueron relativamente pequeñas. Sin embargo, la evaluación de estos tiempos utilizando los valores recomendables, mostró en general un menor nivel de adecuación para las salas línea doble; lo que denotaría el mayor grado de exigencia que implican los valores recomendados de TRTe y sus componentes para este tipo de sala, comparados con los propuestos para las salas línea simple, particularmente los sugeridos por Jones y Armstrong (s.f.), los cuales fueron desarrollados mediante una metodología de recolección y análisis de datos similar a la utilizada en el presente estudio (Anexo 3). Si se aplicaran recomendaciones menos exigentes, para evaluar por ejemplo el promedio de 67,2 seg/vaca de TRTe encontrado en las salas línea doble, dicho promedio se ubicaría dentro del rango de TRTe aceptable de 35-74 seg/vaca propuesto por Armstrong *et al.* (1994).

Al evaluar el TRTe según el número de puestos por lado (Fig. 18), se observa una tendencia de éste a disminuir a medida que las salas línea simple aumentan de tamaño, probablemente asociado al efecto de presión de sala. Esta tendencia de descenso se estabilizaría a partir de las salas de entre 15-19 puestos por lado. En el caso de las salas línea doble, no existirían mayores diferencias en el TRTe entre los dos estratos de tamaño de sala. En la misma figura 18, también se observa que los promedios de TRTe de las salas línea simple tendieron a ser mayores que los correspondientes a las salas línea doble de igual tamaño, diferencia que fue particularmente evidente en las salas de 9 o menos puestos por lado.

Este último resultado podría reflejar el efecto conjunto de las diferencias descritas entre las salas línea simple y línea doble de igual tamaño, para cada uno de los tiempos que integran el TRTe. Así, comparadas con las salas línea doble, las salas línea simple se caracterizaron por presentar mayores tiempos para los siguientes elementos del TRTe: entrada, preparación y colocación de unidades (Figs. 5, 7 y 9). En cambio, en las salas línea doble, los tiempos tendieron a ser más elevados que en las salas línea simple, para la aplicación del dipping postordeño y en el caso de la salida de las vacas, sólo en el estrato de 10-14 puestos por lado (Figs. 14 y 16). Estos resultados serían atribuibles a que en las salas línea doble, los ordeñadores dedican menos tiempo a las actividades preordeño, por lo que dispondrían de más tiempo para las actividades realizadas postordeño (dipping y salida de vacas).

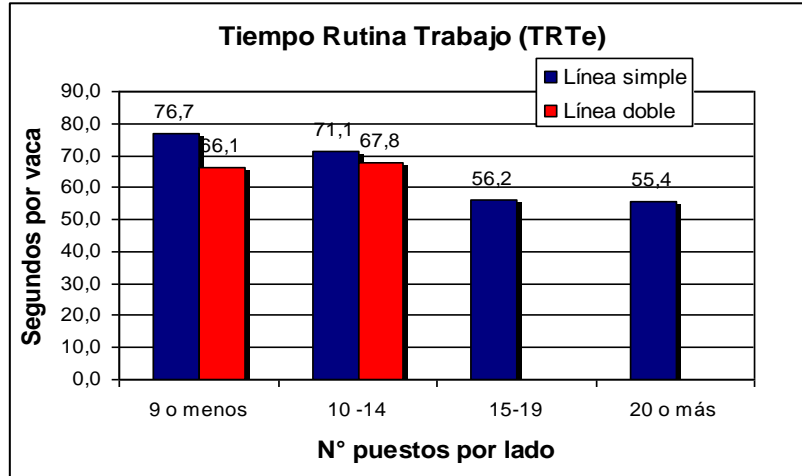


Figura 18. Tiempos promedio de la rutina de trabajo esencial según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

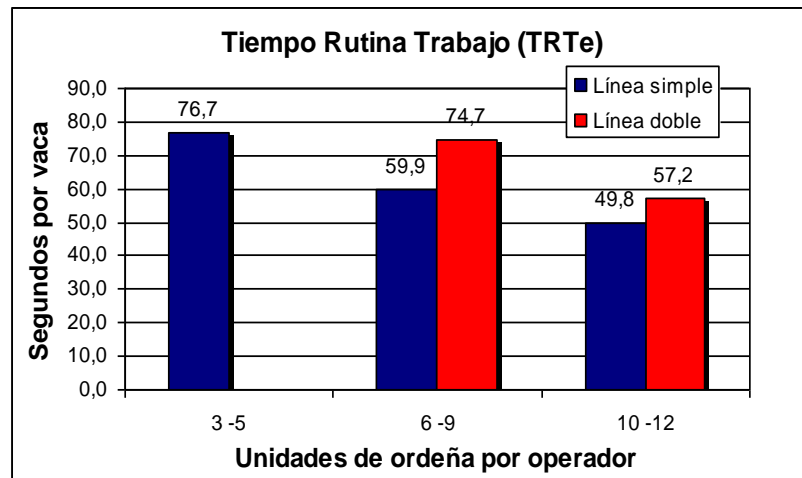


Figura 19. Tiempos promedio de la rutina de trabajo esencial según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

El TRTe mostró una clara tendencia hacia la disminución, al incrementarse el número de unidades manejadas por cada operador, tanto en las salas línea simple como doble, lo que sugiere que el número de unidades por operador puede ser un mejor indicador del efecto presión de sala que su tamaño (número de puestos por lado). En contraposición a lo observado en el análisis del número de puestos por lado, los TRTe tendieron a ser mayores en las salas línea doble que en las línea simple, especialmente en aquellas donde se manejaban 6-9 unidades por operador, lo que indicaría que las diferencias en el TRTe entre

ambos tipos de salas, tienden a reducirse al aumentar el número de unidades por operador, lo que nuevamente parece reflejar un efecto de la distinta presión de trabajo existente bajo ambas condiciones (Fig. 19). En general, las diferencias en el TRTe según el tipo de sala, serían atribuibles a la menor presión de trabajo que tienen los operadores en las salas línea doble, para manejar igual número de unidades de ordeña que en las salas línea simple, siendo probablemente la principal explicación que en el primer tipo de instalación el número de puestos totales por operador se reduce a la mitad, en comparación a las salas línea simple.

5.4.3.8 Tiempo de actividades misceláneas

Se consideró como actividades misceláneas relacionadas directamente con las vacas, toda actividad del ordeñador no identificada dentro de las comprendidas en el TRTe, tales como lavado de guantes y pechera, relleno de envases y otras actividades de esta índole. Si las actividades no esenciales son frecuentes, se aumenta el tiempo de trabajo de los ordeñadores en la sala, con el consiguiente descenso en el rendimiento esperado de acuerdo a los valores del TRTe; a lo cual puede contribuir también de manera importante un exceso de tiempo ocioso.

El promedio de tiempo empleado en actividades misceláneas (TM), para el total de salas fue de 13,7 seg/vaca, con un mínimo de 4,2 seg/vaca y un máximo de 33,0 seg/vaca. Los valores de los CV indican una mayor variabilidad para el TM que para el TRTe (Cuadro 15). La evaluación según el tipo de sala, mostró un promedio menor de TM para las salas línea simple, en relación a las salas línea doble: 12,3 y 16,6 seg/vaca, respectivamente (Cuadro 16). Los valores obtenidos para los CV (51,2 y 46,4%, respectivamente), no indicarían mayores diferencias en cuanto a la variabilidad del TM entre ambos tipos de sala.

El promedio de TM correspondiente a las salas línea doble (16,6 seg/vaca), se asemeja al obtenido por Barry *et al.* (1992), quienes encontraron que el tiempo empleado en actividades misceláneas alcanzó en promedio a 15,4 seg/vaca, en salas espina de pescado

línea doble. Como se observa en la figura 20, el promedio de TM en las salas línea doble de 9 o menos puestos por lado fue 18,8 seg/vaca; valor algo más bajo que los promedios de tiempo dedicados a actividades misceláneas, obtenidos por Chang *et al.* (1992) en salas línea doble, con 6 y 8 puestos por lado: 23,3 y 21,7 seg/vaca, respectivamente.

Los resultados que aparecen en la figura 20, denotarían cierta relación entre el TM y el tamaño de las salas, tanto de línea simple como doble, dado que en general los promedios de TM tendieron a disminuir con el incremento del número de puestos por lado, lo que reflejaría un efecto de presión de sala importante, aunque éste no se manifestaría a partir de las salas con 15 o más puestos por lado en las salas línea simple.

La comparación de acuerdo al tipo de sala, mostraría promedios algo menores de TM para las salas línea simple, siendo la diferencia más evidente en el rango de salas de 9 o menos puestos por lado (Fig. 20). De este último resultado se desprendería que en las salas línea simple, los ordeñadores se ven más exigidos que en las salas línea doble, a utilizar su tiempo en actividades relacionadas directamente con la rutina de trabajo esencial, quedando menos tiempo disponible para actividades misceláneas que en las salas línea doble.

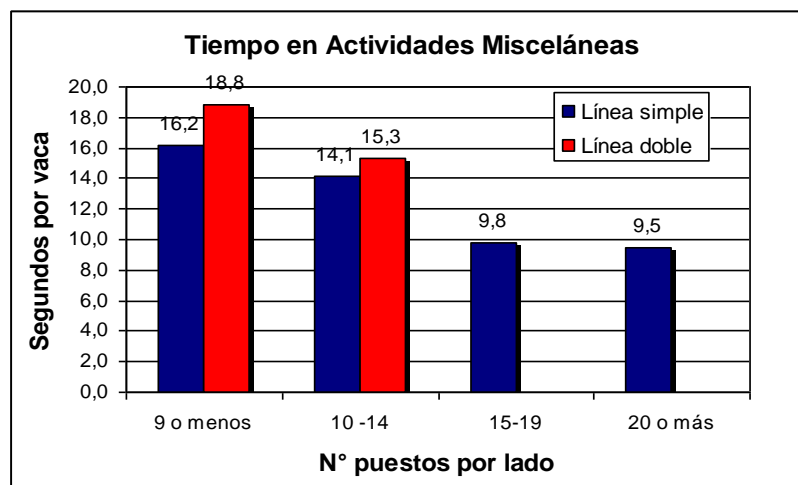


Figura 20. Tiempos promedio en actividades misceláneas según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

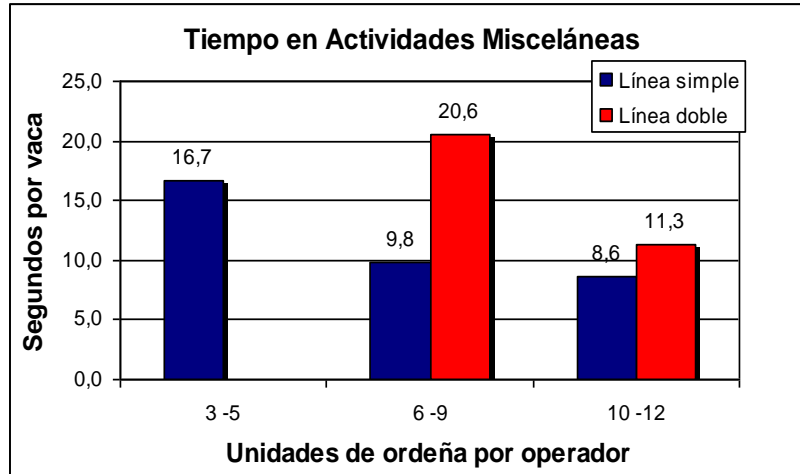


Figura 21. Tiempos promedio en actividades misceláneas según el número de unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Como se observa en la figura 21, el TM se vería claramente influenciado por el número de unidades que maneja cada operador, lo que corroboraría la importancia del efecto de presión de sala, pudiendo evidenciarse en ambos tipos de sala una tendencia definida de descenso en el TM, a medida que se incrementa el número de unidades por operador; tendencia que en el caso de las salas línea simple, se detectaría sólo al comparar el rango de menos unidades por operador (3-5 unidades/operador), con los demás rangos. En el análisis descriptivo según el número de unidades por operador, se obtuvo promedios menores de TM para las salas línea simple comparadas con las línea doble, siendo la diferencia especialmente notoria en el rango de 6 a 9 unidades/operador.

Al igual que lo descrito previamente para la relación entre el TM y el tamaño de las salas, este último resultado corroboraría que el diseño de las salas línea simple, determina que los ordeñadores destinen menos tiempo que en las salas línea doble, a actividades no relacionadas directamente con la rutina de trabajo esencial; por ejemplo, a actividades misceláneas tales como lavado de unidades, y lavado de guantes y pecheras. Sin embargo, como se observa en la figura 21, las diferencias entre ambos tipos de sala, se reducen notablemente cuando los ordeñadores manejan 10-12 unidades, fundamentalmente por una disminución del TM en las salas línea doble, lo que reflejaría un efecto importante de presión de trabajo en este tipo de salas, para dicho rango de unidades por operador.

5.4.3.9 Tiempo ocioso del ordeñador

Corresponde al tiempo en que el ordeñador no realiza ningún tipo de actividad (esencial o no esencial). Un tiempo ocioso elevado es un claro indicador de exceso de mano de obra en relación al número de unidades de ordeña de la sala, lo cual afecta negativamente el rendimiento de la sala.

El promedio del tiempo ocioso del operador (TO), fue de 5,3 seg/vaca para el total de salas, variando entre 0 y 25,0 seg/vaca. De acuerdo al valor de los CV, el TO presentó una variabilidad más elevada que la del TM (Cuadro 15). El análisis por tipo de sala, demostraría que el TO fue mucho más bajo en las salas línea simple que en las línea doble, considerando que los promedios respectivos fueron 2,6 y 10,9 seg/vaca (Cuadro 16). El cálculo de los CV correspondientes a partir de los resultados presentados en el mismo cuadro, indicaría que el TO tendió a ser más variable en el primer tipo de salas: 107,7 y 66,1 %, respectivamente.

Tanto el promedio determinado para el total de las salas línea doble en estudio (10,9 seg/vaca), como los promedios correspondientes a los dos estratos de tamaño de este tipo de sala (Fig. 22), indicarían un tiempos ociosos más bajo en comparación al encontrado por Barry *et al.* (1992), quienes obtuvieron un promedio de 15,6 seg/vaca, para salas espina de pescado línea doble de 6 a 12 puestos por lado. Los resultados del presente estudio, se ubicarían dentro de los promedios de TO del operador informados por Chang *et al.* (1992), para salas con un puesto por unidad, de 6 y 8 puestos por lado: 15,5 y 8,8 seg/vaca, respectivamente.

El TO tendió a disminuir en las salas línea simple y doble al aumentar el número de puestos por lado, disminución que fue más evidente en las salas línea simple, especialmente al pasar de 9 o menos puestos por lado a 10-14 puestos por lado. Análogamente a lo encontrado para el TM (Fig. 20), el TO fue inferior en las salas línea simple, comparado con las salas línea doble, tanto en las de 9 o menos puestos, como en las de 10-14 puestos por lado (Fig. 22). Sin embargo, en el caso del TO, las diferencias según el tipo de sala fueron mucho más

notorias que las encontradas para el TM. Las explicaciones para ambos resultados, serían las mismas que se mencionaron al analizar la relación del TM con el tamaño y el tipo de sala.

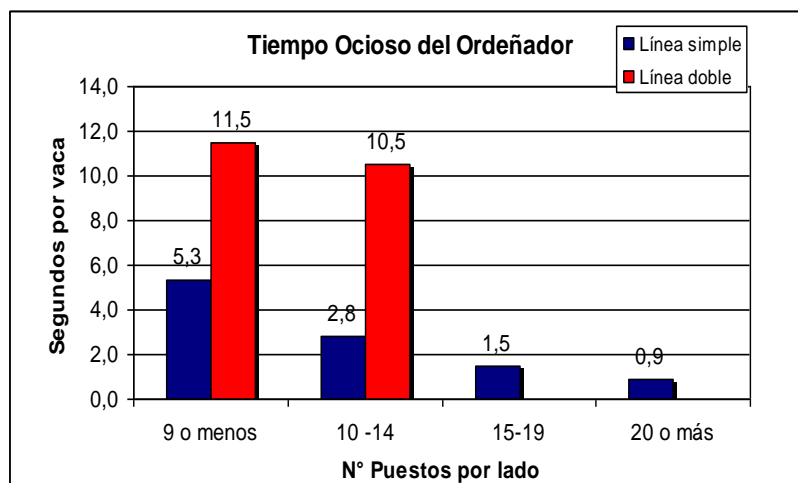


Figura 22. Tiempos ociosos promedio del ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

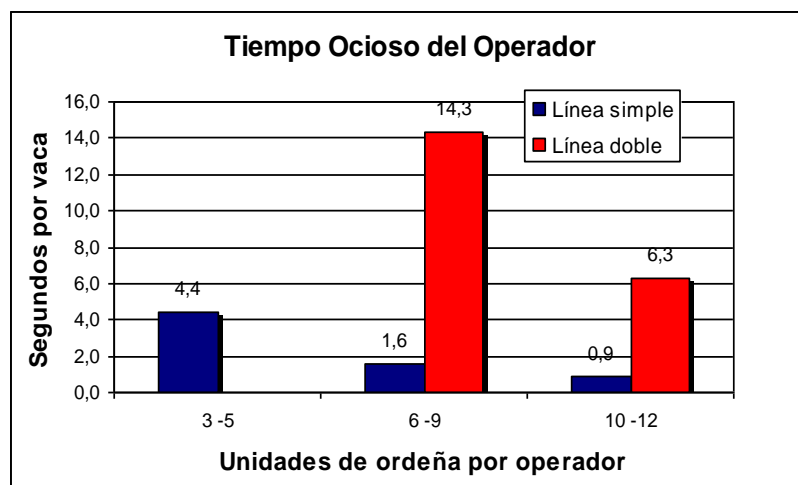


Figura 23. Tiempos ociosos promedio del ordeñador según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Los resultados obtenidos tanto en las salas línea simple como línea doble (Fig. 23), muestran una relación inversa entre el número de unidades por operador y el TO, y reflejarían nuevamente un efecto de presión de sala sobre el TO, que se evidenciaría más

claramente a través del análisis descriptivo del número de unidades por operador, en lugar del número de puestos por lado de la sala. Al igual que lo observado para el TM, el análisis del TO según el número de unidades por operador, mostró mayores diferencias que el análisis según el tamaño de sala, determinándose promedios mucho más bajos de TO en las salas línea simple que en las línea doble, lo cual reflejaría el importante efecto que ejercen las diferencias de diseño de ambos tipos de sala sobre el TO.

El tiempo ocioso corresponde a aquel en que los ordeñadores no realizan ningún tipo de actividad relacionada con el ordeño dentro de la sala, el que claramente se observó en menor medida en las salas línea simple. Al respecto, no debe perderse de vista que el tiempo ocioso suele ser generalmente un indicador de exceso de mano de obra en el pozo de ordeño. Los resultados de este estudio corroborarían claramente que el TO aumenta en la medida que los ordeñadores manejan menos unidades de ordeña, situación que ocurre en ambos tipos de sala y que es más evidente en las salas línea doble, diseño que favorecería la realización de actividades misceláneas y un mayor tiempo ocioso de los ordeñadores, asociado principalmente a un menor tiempo dedicado a las actividades preordeño (entrada de vacas, preparación y colocación de unidades) y que los ordeñadores manejan la mitad de puestos, en comparación a lo que ocurre en las salas línea simple con igual número de unidades.

5.4.3.10 Tiempo ocioso y misceláneo como proporción del tiempo total de la rutina esencial

Según Jones y Armstrong (s.f.), la suma del tiempo ocioso (TO) y del empleado en actividades misceláneas (TM), no debería representar más del 15% del tiempo dedicado a la rutina total esencial. El promedio de TO + TM respecto al TRTe obtenido en el presente estudio fue de 29,6%, valor que duplicaría la proporción máxima deseable, comprobándose un amplio rango de variación entre salas, desde 8,4 a 77,3%. Los valores de los CV, denotan una mayor variabilidad para la proporción TO + TM/TRTe que para el TRTe (Cuadro 15). En la mayoría de las salas la proporción de TO + TM excedió lo aceptable, dado que sólo en 4 casos (9,5% del total), este tiempo fue menor o igual al 15% del TRTe (Jones y Armstrong, s.f.). Considerando una recomendación más exigente, sólo en 2 salas

(4,8% del total), el TO + TM representaría menos del valor máximo del rango de 5-10% del TRTe, sugerido por Jones (1998).

La comparación del TO + TM/TRTe según el tipo de sala, mostró un promedio más bajo para las salas línea simple que las línea doble: 23,7 y 41,4%, respectivamente (Cuadro 16). Los valores de los CV no indicarían mayores diferencias en cuanto a la variabilidad de esta proporción entre ambos tipos de sala (46,4 y 44,0%, respectivamente), mostrando una situación similar a la descrita para la variabilidad del TM, pero distinta a la observada para las variabilidades del TO y TRTe, las cuales tendieron a ser más elevadas en el primer tipo de salas.

La figura 24, indicaría cierto efecto del tamaño de las salas sobre la proporción TO + TM/TRTe, tanto en las salas líneas simple como doble, dado que los promedios correspondientes a las salas línea doble disminuyeron levemente al incrementarse el número de puestos por lado, observándose también reducciones pequeñas en las salas línea simple al aumentar su tamaño, hasta el rango de 15-19 puestos por lado. Análogamente, las comparaciones entre ambos tipos de sala mostraron promedios menores para la proporción TO + TM/TRTe de las salas línea simple, estableciéndose una diferencia de aproximadamente igual magnitud respecto a las salas línea doble (15%), tanto en las instalaciones de 9 o menos puestos por lado, como en las de 10-14 puestos por lado.

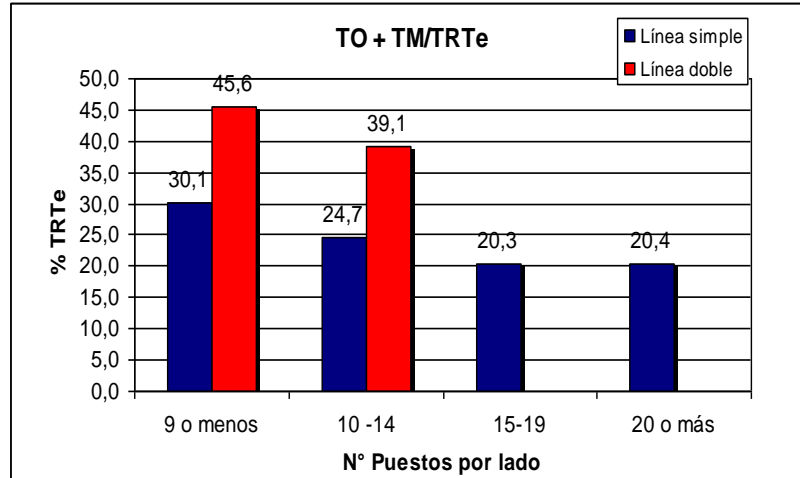


Figura 24. Tiempos ocioso y misceláneo promedio como proporción del tiempo total de la rutina esencial según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

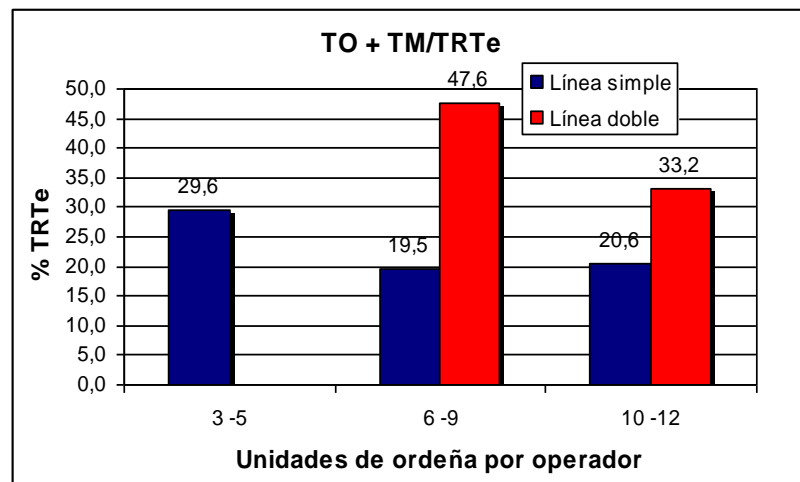


Figura 25. Tiempos ocioso y misceláneo promedio como proporción del tiempo total de la rutina esencial según el número unidades por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

En cambio, los resultados presentados en la figura 25, sugieren que la proporción TO + TM con respecto al TRTe se relacionaría más estrechamente con el número de unidades por operador, puesto que se observa una disminución evidente en el promedio de esta proporción al incrementarse el número de unidades por operador en las salas línea doble, lo que también se verificaría en las salas línea simple al aumentar de 3-5 a 6-9 unidades por operador, pero no de este último rango al de 10-12 unidades por operador. Este análisis

corroboraría adicionalmente el efecto del tipo de sala sobre la proporción $TO + TM/TRTe$, ya que se obtuvieron promedios más bajos para esta proporción en las salas línea simple, siendo particularmente notoria la diferencia para la comparación entre las salas línea simple y línea doble, en las cuales se manejan 6-9 unidades por operador. La diferencia entre ambos tipos de sala se hacen menos notorias para las instalaciones en que se manejan 10-12 unidades por operador, debido a una reducción del $TO + TM/TRTe$ en las salas línea doble, lo que reflejaría un efecto de mayor presión de trabajo de los ordeñadores.

En general, estos resultados coinciden con los obtenidos al analizar individualmente el TO y el TM, ratificando que las diferencias de diseño entre las salas línea simple y línea doble, ejercen un efecto importante sobre el $TO + TM/TRTe$, y que esta variable sería un buen indicador de la eficiencia de uso de la mano de obra. Las diferencias según el tipo de sala en la proporción $TO + TM/TRTe$, estarían determinadas principalmente por el TO y secundariamente por el TM (Cuadro 16; Figs. 20, 21, 22 y 23).

5.4.4 Análisis descriptivo de factores potencialmente relacionados con los tiempos de la rutina de trabajo de los ordeñadores

5.4.4.1 Diseño de los patios de espera y tiempo de entrada de las vacas

El promedio de tiempo de ingreso para las salas con patios de tipo rectangular fue de 8,7 seg/vaca, con un mínimo de 3,7 seg/vaca y un máximo de 18,6 seg/vaca. En cambio, las salas con patios de espera semicirculares presentaron un promedio de tiempo de entrada un poco más alto (10,7 seg/vaca), fluctuando desde un mínimo de 4,5 seg/vaca hasta un máximo de 23,7 seg/vaca. Los CV del tiempo de entrada de las vacas a la sala, fueron muy similares para ambos tipos de patio de espera (Cuadro 17).

Cuadro 17. Tiempos de entrada de las vacas a la sala según el tipo de patio de espera (seg/vaca)

Tipo de patio de espera	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Patio rectangular	3,7	18,6	8,7	3,7	42,5%
Patio semicircular	4,5	23,7	10,7	4,8	44,9%

El tiempo de entrada de vacas algo menor encontrado en las salas con patios de espera de forma rectangular, en relación al determinado en aquellas provistas de patios semicirculares, podría indicar un ingreso más rápido de los animales a las salas, lo que se explicaría por el diseño del primer tipo de patio, que permite que las vacas permanezcan mirando hacia la sala, lo cual favorecería su entrada a la misma (Schuring, 2007).

Sin embargo, debe tenerse presente que la diferencia entre los promedios de tiempo de entrada según el tipo de patio de las salas fue pequeña (2 segundos), por lo que probablemente su efecto en el rendimiento no sería evidente en términos prácticos.

5.4.4.2 Diseño de las entradas y salidas de las salas, y tiempos de entrada y salida de las vacas

Basado en los esquemas de Taverna y Nari (2008), (Figs. 3 y 4), se analizaron descriptivamente los tiempos de entrada y salida de las vacas en las salas evaluadas (Cuadro 18). Para los tres tipos de entradas descritas; frontal abierta, frontal con puertas y lateral, se obtuvieron los siguientes promedios de tiempo de ingreso: 8,9; 9,7 y 10,1 seg/vaca, respectivamente. Estos resultados indicarían un ingreso a la sala levemente más rápido para las entradas frontales abiertas, respecto a las entradas frontales con puertas, sin observarse mayores diferencias en cuanto a la variabilidad del tiempo de ingreso entre ambos diseños. Sólo se encontró una sala de ordeña con una entrada lateral (Cuadro 8), lo que limita su comparación con los otros tipos de entrada.

En general, los promedios de tiempo de entrada de las vacas determinados en este estudio, superarían a los obtenidos por Taverna y Nari (2008), quienes además observaron mayores

diferencias a este respecto entre los mismos tipos de entrada, considerando que los promedios correspondientes a las entradas frontal abierta, frontal con puertas y lateral fueron 3,0; 5,3 y 7,1 seg/vaca, respectivamente. En el estudio de Taverna y Nari (2008), no se indica el número de puestos por lado de las salas, ni el número de unidades por operador, factores que de acuerdo a la literatura (Armstrong y Quick, 1986) y a los resultados de este mismo estudio (Figs. 5 y 6), afectarían el tiempo de ingreso de las vacas, lo cual limita la comparación de los resultados entre estudios. Además, en dicho trabajo no se especifica tampoco el método de medición del tiempo de entrada, lo que afectaría la comparación de los resultados, con los obtenidos en el presente estudio a través del método PASS.

A modo de resumen, podría señalarse que los resultados no indicarían una relación aparente entre el diseño de la entrada a la sala y el tiempo de ingreso de las vacas. La entrada de tipo frontal libre, sin muros o puertas, donde las vacas pueden observar la sala y su salida, no mostró una ventaja clara respecto a las entradas frontal con puertas y lateral, lo que no estaría dentro de lo esperado, considerando que en general se recomienda evitar puertas o muros tanto en las entradas como las salidas, ya que dificultarían el libre tráfico de las vacas (Bickert y Armstrong, 1978; Taverna y Nari, 2008).

Cuadro 18. Tiempos de entrada y salida de las vacas según diseño de las entradas y salidas (seg/vaca)

Diseño de las entradas y salidas	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Entrada Frontal Abierta	3,7	18,6	8,9	4,1	46,1%
Entrada Frontal con Puertas	4,5	23,7	9,7	4,3	44,3%
Entrada Lateral	10,1	10,1	10,1	*	*
Salida Frontal	1,7	7,8	3,7	1,8	48,6%
Salida Lateral	1,3	15,4	6,0	3,6	60,0%
Salida Rápida	2,2	2,2	2,2	*	*

* Sólo una observación

Por otra parte, del cuadro 18 se desprendería que la salida de las vacas es un proceso más rápido que el de su ingreso a la sala, dado que para todos los diseños los promedios de los tiempos de salida fueron más bajos que los de los tiempos de entrada, situación descrita también por Taverna y Nari (2008), pero que no coincidiría con los valores recomendados

que en general muestran valores similares para los tiempos de entrada y salida de la sala (Anexo 3). Estos resultados indicarían además que los tiempos de salida se ajustarían mejor a los valores recomendables del anexo 3, en comparación a los tiempos de entrada a la sala. La situación descrita podría obedecer a una diversidad de causas, como el escaso uso de portones de arreo, entradas mal diseñadas y entrada lenta de las vacas asociada a ausencia de pendiente positiva hacia la sala.

Los resultados presentados en el cuadro 18, también revelarían que al igual que el tipo de entrada, el tipo de salida tampoco parece ejercer un efecto importante sobre el tiempo de salida, considerando las diferencias encontradas en los promedios de tiempo de salida, entre los dos diseños utilizados en las salas en estudio, los cuales alcanzaron a 3,7 y 6,0 seg/vaca para las salas con salida frontal y lateral, respectivamente. Además de su evacuación algo más lenta, las salas con salidas laterales se caracterizarían por exhibir una mayor variabilidad en el tiempo de salida por vaca, en comparación a las instalaciones con salidas de tipo frontal.

De acuerdo a los criterios utilizados en el presente estudio, una salida de tipo frontal, donde las vacas salen en forma recta hacía un patio o evacuan la sala girando por un pasillo ancho (más de 3 m), hacía un patio, reduciría en aproximadamente 2 seg/vaca el tiempo de salida, comparado con las salidas de tipo lateral, donde las vacas deben dar un giro en 90°, ya sea a la derecha o la izquierda antes de salir. Los resultados obtenidos para el tiempo de salida de las vacas serían consistentes con lo señalado por Bickert y Armstrong (1978), según los cuales las salas con salidas rectas de las vacas son más eficientes que las con salidas laterales. En cambio, no coincidirían con los resultados de Taverna y Nari (2008), quienes determinaron promedios similares para los tiempos de evacuación de las salas con salidas frontales (2,4 seg/vaca) y salas con salidas laterales (2,9 seg/vaca). El menor tiempo de salida (Cuadro 18), correspondió a una sala con salida rápida (2,2 seg/vaca), pero debido a la escasa difusión de dicho diseño, no se puede corroborar lo establecido por Armstrong *et al.* (1994), quienes señalan que este diseño de salida reduciría el tiempo de evacuación de las vacas de la sala e incrementaría su rendimiento comparado con salas de salida estándar.

5.4.4.3 Luminosidad de la sala, pendiente del patio de espera y tiempo de entrada de las vacas

Otros factores que podrían afectar de manera importante el tiempo de entrada de las vacas a la sala, son la luminosidad de ésta con respecto al patio de espera y la pendiente del patio hacia la sala (Armstrong, 1992; Armstrong *et al.*, 1994).

Como se observa en el cuadro 19, en las salas bien iluminadas el tiempo de entrada tendió a ser levemente menor (8,5 seg/vaca), que en las pobremente iluminadas (9,9 seg/vaca). Este resultado sería compatible con lo descrito en un estudio realizado en dos salas espina de pescado doble-10, en ninguna de las cuales se encontró diferencias en los tiempo de entrada ni de salida de las vacas, entre los ordeños del día y la noche, de lo que se deduce que las diferencias de luminosidad entre el patio de espera, la sala de ordeña y los pasillos de retorno, no afectarían los tiempos de ingreso y salida de las vacas (Bickert y Armstrong, 1978).

La situación observada en el presente estudio sugiere que la luminosidad de la sala con respecto al patio de espera, no sería un factor que incida de manera importante en el tiempo de entrada de las vacas. Sin embargo, los resultados también podrían atribuirse al efecto de otros factores que influyen negativamente en la velocidad de ingreso de las vacas a la sala, los cuales eventualmente llevarían a que no se expresen las ventajas de contar con una sala bien iluminada, aspecto que de acuerdo a algunos autores favorecería el ingreso de las vacas (Bickert y Armstrong, 1978; Gamroth y Krahn, 2007; Schuring, 2007).

En cuanto a la pendiente del patio de espera, en las salas con pendiente positiva del patio, es decir en ascenso hacia la sala, el promedio del tiempo de entrada fue 8,0 seg/vaca, valor más bajo que el promedio de 11,3 seg/vaca, determinado para las salas con patios sin pendiente. Este resultado sería consistente con lo expresado en la literatura, donde se señala que las pendientes positivas hacía la sala, de entre un 2 a 5%, facilitarían el ingreso de las vacas (Armstrong, 1992; Schuring, 2007). Como sólo una de las salas tenía un patio de

espera con pendiente negativa, no es posible evaluar el tiempo de entrada a esta sala, en relación a los resultados obtenidos para los otros tipos de pendiente (Cuadro 19).

Cuadro 19. Tiempos de entrada de las vacas según la luminosidad de la sala y pendiente del patio de espera (seg/vaca)

Luminosidad y pendiente	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Sala bien iluminada	3,7	23,7	8,5	4,8	56,5%
Sala pobremente iluminada	4,5	18,6	9,9	3,6	36,4%
Pendiente del patio de espera					
Positiva (1)	3,7	15,5	8,0	3,2	40,0%
Negativa (2)	6,0	6,0	6,0	*	*
Sin pendiente	4,5	23,7	11,3	4,7	41,6%

(1) En ascenso hacia la sala

(2) En descenso hacia la sala (sólo una observación)

* Sólo una observación

Los valores obtenidos para los CV, indicarían que no existen diferencias en la variabilidad de los tiempos de entrada según el tipo de pendiente del patio de espera. La variabilidad del tiempo de entrada tendió a ser algo mayor en las salas bien iluminadas, respecto a aquellas pobremente iluminadas (Cuadro 19).

5.4.4.4 Alimentación en sala y tiempo de entrada de las vacas

Al analizar el tiempo de entrada de las vacas según el esquema de alimentación en sala, se encontró un promedio de 10,4 seg/vaca para aquellas salas donde no se realiza suplementación de concentrados, promedio que no difiere mayormente de los determinados en las salas con alimentación manual y con alimentación semiautomática: 9,6 y 9,8 seg/vaca, respectivamente. En cambio, en las salas provistas de sistemas de alimentación automáticos el ingreso de las vacas sería más rápido, dado que el promedio alcanzó sólo a 6,7 seg/vaca (Cuadro 20).

De acuerdo a los valores de los CV, la menor variabilidad del tiempo de entrada correspondió a las salas en que no se efectuaba suplementación de concentrado, observándose la mayor variabilidad en las salas con alimentación manual (Cuadro 20).

Cuadro 20. Tiempos de entrada según el sistema de alimentación en sala (seg/vaca)

Sistemas de alimentación en sala	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Sin alimentación en sala	6,2	13,1	10,4	2,6	25,0%
Con alimentación manual	3,8	23,7	9,6	6,5	67,7%
Con alimentación semiautomática	4,5	18,6	9,8	3,4	34,7%
Con alimentación automática	3,7	11,9	6,7	3,0	44,8%

Los resultados presentados en el cuadro 20 son difíciles de interpretar, dado que su comparación con los obtenidos en otros trabajos se vería limitada por variaciones en los sistemas de alimentación en sala utilizados y las metodologías de evaluación de los tiempos de rutina de trabajo. Según algunos autores, la entrega de alimento durante el ordeño podría disminuir el tiempo de entrada a la sala (Bickert y Armstrong, 1978; Whipp, 1992; Armstrong *et al.*, 1994). Sin embargo, de acuerdo a los últimos autores, el efecto de la alimentación en sala puede ser variable, puesto que la entrega de concentrado puede favorecer la entrada a la sala o hacer este proceso más lento, en la medida que las vacas se van deteniendo para comer restos de concentrado en los comederos.

En salas espina de pescado doble-10, se ha descrito un efecto favorable del suministro de concentrado sobre el tiempo de ingreso de las vacas, como lo revelan los promedios de 55,5 y 46,6 seg de tiempo de entrada correspondiente a 10 vacas, determinados respectivamente en las salas sin alimentación y en las que se entregaba concentrado durante el ordeño (Bickert y Armstrong, 1978). Sin embargo, en un estudio que incluyó 60 lecherías en Argentina, en el cual no se especifican los sistemas de entrega del alimento durante el ordeño, no se encontró diferencias entre salas con y sin alimentación, alcanzando los respectivos promedios a 3,8 y 3,7 seg/vaca (Taverna y Nari, 2008).

5.4.4.5 Rutinas de ordeño, y tiempos de postura de la primera unidad y de rutina de trabajo esencial

De acuerdo a las recomendaciones que sugieren 1,3 o 1–1,5 min, para el tiempo comprendido entre el inicio de la preparación y la colocación de las unidades, basadas en la

curva de liberación de oxitocina para una correcta bajada de la leche (Reneau, 2001; Ruegg, 2010), la rutina que más se ajustaría a estas recomendaciones, evaluada a través del promedio de tiempo de postura de la primera unidad entregada por el sistema PASS, sería la de tipo grupal (1,5 min). En las salas donde se utilizaba la rutina de tipo secuencial el tiempo de postura de la primera unidad fue algo mayor (1,8 min), siendo la menos eficiente la de tipo territorial (2,2 min). La rutina grupal también se asociaría a un TRTe más bajo (63,3 seg/vaca), pero el TRTe más elevado correspondería a la rutina secuencial (74,4 seg/vaca), comprobándose un valor intermedio para la rutina territorial (66,1 seg/vaca), (Cuadro 21).

Cuadro 21. Tiempos de postura de la primera unidad (min) y tiempo de rutina de trabajo esencial (seg/vaca), según el tipo de rutina de ordeño

Rutinas de ordeña		Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Territorial	TPPU*	0,4	5,0	2,2	1,1	50,0%
	TRTe**	37,9	107,7	66,1	20,1	30,4%
Secuencial	TPPU*	1,5	2,5	1,8	0,5	27,8%
	TRTe**	57,3	104,8	74,4	20,9	28,1%
Grupal	TPPU*	0,2	3,1	1,5	0,7	46,7%
	TRTe**	29,4	88,7	63,3	15,7	24,8%

* Tiempo de postura de la primera unidad.

** Tiempo de rutina de trabajo esencial.

Las diferencias encontradas entre las rutinas grupal y territorial, se explicarían porque en la primera rutina los ordeñadores preparan grupos más pequeños de vacas por vez, en comparación a la segunda, lo que permitiría una postura más rápida de la primera unidad, sin que se afecte el TRTe, el cual incluso tendería a disminuir de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio. El número de observaciones para la rutina de tipo secuencial fue bajo (4 salas), por lo que probablemente no fue posible evidenciar las ventajas descritas para este tipo de rutina, la cual se asociaría tanto a bajos TPPU como TRTe, aunque para ello se requeriría de cierta habilidad de los operadores (Bickert y Armstrong, 1978; Jones, 1998), que no se observó en las salas evaluadas.

Descartando la rutina secuencial por el bajo número de observaciones, los resultados presentados en el cuadro 21 permitirían suponer que no existen mayores diferencias en cuanto a variabilidad del TPPU y el TRTe de las rutinas territorial y grupal, correspondiendo en ambas rutinas el CV más elevado al TPPU.

5.4.4.6 Esquemas de preparación de pezones y tiempos de preparación

En cuanto al tiempo empleado en cada uno de las diferentes esquemas de preparación (Cuadro 22), se puede observar que no habrían grandes diferencias entre las salas en que se realiza sólo despunte, lavado de todos los pezones y despunte; y lavado de pezones sucios, despunte y secado, cuyos promedios de tiempo de preparación fueron de 43,4; 45,3 y 39,6 seg/vaca, respectivamente.

El tiempo de preparación aumenta en forma notoria en el esquema que incluye lavado de todos los pezones, despunte y secado; y en aquel donde se aplica predipping, despunte y secado, cuyos promedios alcanzaron a 68,7 seg/vaca y 70,8 seg/vaca, respectivamente. En una de las salas estudiadas se comprobó la utilización de este último esquema, complementado con el lavado de todos los pezones, determinándose un tiempo de preparación de 87,9 seg/vaca.

Cuadro 22. Tiempos de preparación (seg/vaca) según el esquema de preparación de pezones preordeño

Esquemas de preparación	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Lavado pezones sucios, despunte y secado	37,4	41,8	39,6	3,1	7,8%
Despunte	29,4	57,3	43,4	19,7	45,4%
Lavado todos los pezones y despunte	37,9	59,9	45,3	9,6	21,2%
Lavado todos los pezones, despunte y secado	68,3	69,0	68,7	0,5	0,7%
Predipping, despunte y secado	45,9	107,7	70,8	14,6	20,6%
Lavado todos los pezones, predipping, despunte y secado	87,9	87,9	87,9	*	*

* Sólo una observación

Si bien se esperarí­a un aumento del tiempo de preparaci3n, en la medida que se incrementan los pasos considerados en los esquemas, esta relaci3n no se observaría tan claramente en el presente estudio, lo cual podrí­a explicarse basado en lo expresado por Jones (1998), quien le da una gran importancia a la habilidad del operador en los tiempos empleados en cada tarea de la preparaci3n. Ademá­s, los resultados obtenidos para los tiempos promedio según esquema de preparaci3n (Cuadro 22), podrí­an estar influidos por el bajo número de salas en que se realizan rutinas diferentes a la que incluye predipping, despunte y secado (Cuadro 12).

5.5 Evaluaci3n de los Indicadores de Rendimiento de las Salas

5.5.1 Indicadores de rendimiento en el total de salas evaluadas

En el cuadro 23 se presenta la descripci3n estadística de los indicadores de eficiencia operacional, correspondientes al total de salas de ordeña incluidas en el estudio, calculados en base al número de vacas en ordeño, cantidad de leche obtenida en el ordeño, duraci3n del ordeño, número de ordeñadores, número de puestos por lado de la sala y número de unidades del equipo de ordeña. Los indicadores de eficiencia operacional o de rendimiento de sala evaluados fueron las vacas/hora/sala, basado en el tiempo de ordeño total y sin distracciones: $V/H/S$ (TO) y $V/H/S$ (SD), respectivamente; y los rendimientos vacas/hora/ordeñador ($V/H/O$), vacas/hora/unidad de ordeña ($V/H/U$), vacas/hora/puesto o turnos por hora ($V/H/P$), litros/hora/sala ($L/H/S$) y litros/hora/ordeñador ($L/H/O$).

Cuadro 23. Indicadores de rendimiento en el total de salas evaluadas

Indicadores de rendimiento	Mín.	Máx.	Prom.	DE	CV
Vacas/Hora/Sala (Tiempo de ordeño)	51,0	171,0	86,1	27,5	31,9%
Vacas/Hora/Sala (Tiempo sin distracciones)	53,0	193,0	93,5	29,9	32,0%
Vacas/Hora/Ordeñador	24,3	85,5	43,0	14,5	33,7%
Vacas/Hora/Unidad de ordeña	3,6	10,5	5,7	1,8	31,6%
Vacas/Hora/Puesto (Turnos por hora)	2,0	5,2	3,5	0,8	22,9%
Litros/Hora/Sala	880,0	3.552,0	1.880,9	586,4	31,2%
Litros/Hora/Ordeñador	440,0	2.172,0	946,9	359,0	37,9%

Como se observa en el cuadro 23, no hubo grandes diferencias en cuanto a variabilidad entre los indicadores de rendimiento evaluados. De acuerdo a los valores de los CV, la menor variabilidad correspondió al rendimiento V/H/P y la más elevada al rendimiento L/H/O: 22,9 y 37,9%, respectivamente.

El rendimiento V/H/S (TO) fluctuó entre 51,0 y 171,0; alcanzando el promedio a 86,1. El rango de variación correspondiente al rendimiento V/H/S (SD) fue desde 53,0 a 193,0; con un promedio de 93,5 (Cuadro 23). La diferencia entre ambos promedios indicaría una superioridad de 7,4 V/H/S, equivalente a un 9,0%; para el rendimiento sin distracciones.

La diferencia entre los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), se debe a su distinta forma de determinación. PASS calcula las V/H/S (TO), dividiendo el total de vacas ordeñadas, por el tiempo comprendido entre la entrada de la primera vaca a la sala y la salida de la última. En cambio, el rendimiento V/H/S (SD), corresponde al máximo rendimiento potencial de la instalación, sin considerar distracciones como las ocasionadas por cambios de grupos de vacas, y se determina promediando los rendimientos de cada ciclo de ordeño.

El indicador V/H/S (TO) refleja el verdadero rendimiento de la sala una vez terminada la sesión de ordeño, dado que incorpora los períodos de tiempo en que la sala no se encuentra utilizada completamente. Estos períodos incluyen los tiempos en que no se ordeñan vacas debido a cambios de grupos de vacas o cuando sólo se utiliza un lado de la sala (Barry *et al.*, 1992). En cambio, el rendimiento V/H/S (SD) es un indicador que permite estimar el máximo rendimiento potencial, puesto que está referido a la sala en pleno estado de

operación o “steady state”. Este es un indicador importante de considerar, porque la mayoría de los valores disponibles sobre rendimiento están expresados como V/H/S (SD), permitiendo de esta manera comparar apropiadamente los rendimientos de salas determinados bajo diferentes condiciones (Barry *et al.*, 1992; Chang *et al.*, 1992). Sin embargo, no debe perderse de vista que al hacer proyecciones de rendimientos de salas de ordeña, la utilización de valores “steady state” llevaría a una sobreestimación de los rendimientos reales.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 1, el promedio de vacas ordeñadas diariamente en el total de salas fue 265, alcanzando la duración de la sesión de ordeño un promedio de 3,2 horas. Basado en dichos valores, se podría estimar un rendimiento promedio de 82,8 vacas/hora/sala; valor que no se aleja demasiado del promedio de 86,1 V/H/S (TO) obtenido en el total de salas (Cuadro 23).

Al evaluar el rendimiento en términos de vacas ordeñadas por ordeñador, se encontró que en el total de las salas estudiadas los valores mínimo y máximo fueron 24,3 y 85,5 V/H/O, alcanzando el promedio a 43,0 V/H/O. Los resultados obtenidos para el número de vacas ordeñadas durante una hora, en relación al número de unidades y puestos de las salas, fluctuaron respectivamente desde 3,6 a 10,5 V/H/U, y de 2,0 a 5,2 V/H/P. Los promedios correspondientes a dichos indicadores de rendimiento fueron 5,7 V/H/U y 3,5 V/H/P (Cuadro 23).

Como se observa en el cuadro 23, los rendimientos en términos del total de litros de leche obtenidos durante una hora, variaron entre 880,0 y 3.552,0 L/H/S, y 440,0 a 2.172,0 L/H/O. Los promedios correspondientes a estos indicadores de rendimiento, alcanzaron a 1.880,9 L/H/S y 946,9 L/H/O, respectivamente.

Los promedios de rendimiento que aparecen en el cuadro 23, indicarían en general una mayor eficiencia operacional de las salas espina de pescado evaluadas, en comparación a lo informado en la literatura nacional, pudiendo atribuirse las diferencias encontradas en algunos indicadores a varias razones; principalmente el mayor tamaño de las salas, el

menor número de ordeñadores por sala y el número más elevado de unidades por operador observados en el presente estudio, asociado al uso generalizado de retiradores automáticos de unidades de ordeña, pudiendo explicarse también parte de las diferencias por el nivel productivo más alto de los rebaños en estudio. Así, los promedios de los indicadores de rendimiento determinados por Bezama (1991) en predios de la zona central, para un total de 13 salas del mismo tipo, de sólo 2 a 18 puestos por lado, considerando los resultados obtenidos tanto en las salas línea simple como línea doble, alcanzaron valores de 45,6 V/H/S; 21,2 V/H/O; 5,6 V/H/U y 150,9 L/H/O. En un estudio efectuado en las actuales Regiones X y XIV, que incluyó 30 salas espina de pescado de 4-12 puestos por lado (23 salas línea simple y 7 salas línea doble), Estévez y Marín (1991) obtuvieron los siguientes promedios de rendimiento para el total de salas, en las evaluaciones realizadas durante las ordeñas de la tarde: 64,69 V/H/S (TO); 71,52 V/H/S (SD); 32,83 V/H/O; 7,58 V/H/U y 179,43 L/H/O.

De las comparaciones con los correspondientes indicadores de rendimiento informados en los trabajos de Bezama (1991) y Estévez y Marín (1991), se desprende que los rendimientos V/H/S, V/H/O y L/H/O determinados en el presente estudio, presentaron promedios claramente mayores, variando la superioridad según el tipo de rendimiento. El único indicador que mostró un valor similar o algo menor, en comparación a los estudios citados, fue el rendimiento V/H/U; indicador que se vería influenciado de manera importante por el nivel productivo de las vacas, el cual fue muy superior al de los rebaños incluidos en los trabajos recién citados. Los resultados obtenidos en este mismo estudio, demuestran una relación inversa y estadísticamente significativa, entre el nivel de producción diaria de leche por vaca y el rendimiento V/H/U (Cuadros 31 y 32).

Más adelante, se discuten los resultados encontrados para los indicadores de rendimiento, por tipo de sala espina de pescado (línea simple o línea doble), en relación a los valores informados en la literatura nacional y en investigaciones realizadas en otros países, intentando dentro de lo posible efectuar comparaciones con instalaciones de tamaño similar.

5.5.2 Indicadores de rendimiento, según el tipo de sala (línea simple y línea doble)

El cuadro 24 resume los indicadores de eficiencia operacional de las salas de ordeña, de acuerdo al tipo de sala; dos puestos por unidad (línea simple) y un puesto por unidad (línea doble).

Cuadro 24. Indicadores de rendimiento de sala según el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Indicadores de rendimiento	Línea simple		Línea doble	
	Prom.	DE	Prom.	DE
Vacas/Hora/Sala (Tiempo de ordeño)	89,1	31,2	80,1	17,8
Vacas/Hora/Sala (Tiempo sin distracciones)	97,6	33,5	85,4	19,5
Vacas/Hora/Ordeñador	46,1	15,9	36,9	9,1
Vacas/Hora/Unidad de ordeña	6,5	1,7	4,1	0,5
Vacas/Hora/Puesto (Turnos por Hora)	3,3	0,8	4,1	0,5
Litros/Hora/Sala	1.831,3	635,4	1.980,3	479,6
Litros/Hora/Ordeñador	960,3	390,2	920,1	298,3

Los resultados presentados en el cuadro 24 indicarían que, independientemente del tamaño de las salas, las salas línea simple mostraron mayores promedios de rendimiento en comparación a las línea doble, para los indicadores V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U y L/H/O: 89,1 y 80,1; 97,6 y 85,4; 46,1 y 36,9; 6,5 y 4,1; y 960,3 y 920,1; respectivamente. En cambio, las salas línea doble superarían a las línea simple, en lo referente V/H/P y L/H/S: 4,1 y 3,3; y 1.980,3 y 1.831,3; respectivamente. Las comparaciones de todas las salas línea simple con todas las salas línea doble, mostraron diferencias estadísticamente significativas en todos los indicadores de rendimiento, con excepción de los rendimientos V/H/S (SD) y L/H/S (Cuadros 25, 27, 29, 31, 33, 35 y 37).

Como se analiza más adelante, la variabilidad de todos los indicadores de rendimiento fue más elevada en las salas línea simple que en las línea doble; alcanzando los CV valores que fluctuaron entre aproximadamente 10 y 40%.

5.5.3 Indicadores de rendimiento, según número de puestos por lado, número de unidades por operador y tipo de sala (línea simple y línea doble)

5.5.3.1 Vacas/hora/sala

Como se señaló, los promedios de los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD) para el total de salas fueron 86,1 y 93,5; respectivamente (Cuadro 23). Los promedios obtenidos para estos rendimientos, alcanzaron valores más elevados en las salas línea simple (dos puestos por unidad), en comparación a las salas línea doble (un puesto por unidad): 89,1 y 80,1 V/H/S (TO); y 97,6 y 85,4 V/H/S (SD), respectivamente (Cuadro 24). Las diferencias entre dichos promedios alcanzaron a 9,0 V/H/S (TO) y 12,2 V/H/S (SD), lo que representaría respectivamente una superioridad de 11 y 14% en dichos rendimientos para el primer tipo de sala. Sin embargo, como se observa en los cuadros 25 y 27, los resultados del análisis estadístico para el factor número de puestos por unidad (tipo de sala), sólo demostraron diferencias significativas en el rendimientos V/H/S (TO).

Los CV del rendimiento V/H/S (TO), calculados a partir de los resultados presentados en el cuadro 24, fueron 35,0% (salas línea simple) y 22,2% (salas línea doble). Los CV para el rendimiento V/H/S (SD), mostraron valores muy similares: 34,3 y 22,8%; respectivamente.

Estévez y Marín (1991) determinaron promedios algo más elevados para el rendimiento V/H/S de salas espina de pescado línea doble, en comparación al de las salas línea simple: 63,61 y 62,09 V/H/S (TO); 69,31 y 63,93 V/H/S (SD), respectivamente. Los resultados del trabajo recién citado, serían compatibles con la mayor similitud de tamaño de las salas línea simple (6-12 puestos por lado) y línea doble (4-8 puestos por lado); en relación a la situación observada en el presente estudio (Cuadro 3), caracterizada por un tamaño de sala muy superior para las línea simple (6-24 puestos por lado), con respecto a las línea doble (6-14 puestos por lado). Como consecuencia de ello, el mayor rendimiento V/H/S determinado para las salas línea doble de 10-14 puestos por lado, en relación a salas línea simple de igual tamaño (Figs. 26 y 27), no se evidenciaría al comparar los rendimientos V/H/S de todas las salas línea simple y línea doble, determinándose incluso promedios

mayores de rendimiento V/H/S (TO) Y V/H/S (SD) para las salas línea simple (Cuadro 24). Además, las figuras 26 y 27 también permiten observar un claro aumento en los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), en la medida que se incrementa el número de puestos por lado, en ambos tipos de salas; resultado que está dentro de lo esperado y que concuerda con lo descrito en la literatura (Bickert y Armstrong, 1978; Armstrong y Quick, 1986; Armstrong, 1992; Chang *et al.*, 1992; Whipp, 1992; Armstrong *et al.*, 1994).

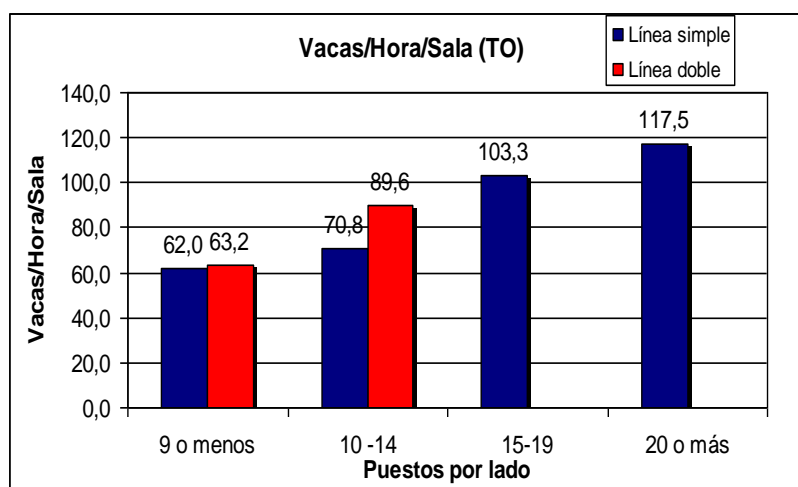


Figura 26. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (TO) según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

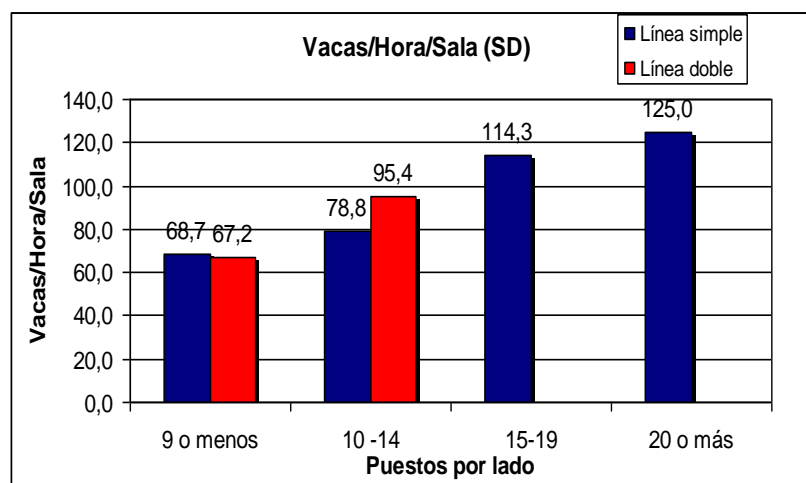


Figura 27. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (SD) según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Los resultados del análisis de los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), según el tipo de sala, estarían influenciados por el mayor tamaño de las salas línea simple en relación a las línea doble (Cuadro 3, Anexo 4). Como se observa la figura 26, en el tramo de salas con 9 o menos puestos por lado, el rendimiento V/H/S (TO) en las salas línea doble tendió a ser algo mayor que en las salas línea simple, diferencia que se hace evidente en las salas de 10-14 puestos por lado, con un promedio de 70,8 V/H/S (TO) para las salas línea simple y uno de 89,6 V/H/S (TO) para las línea doble. En cambio, en el tramo de salas de 9 o menos puestos por lado, el rendimiento V/H/S (SD) tendió a ser levemente mayor para las salas línea simple; invirtiéndose esta relación en el siguiente tramo de 10-14 puestos por lado, donde las salas línea doble superaron notoriamente a las salas línea simple en cuanto a rendimiento V/H/S (SD): 95,4 y 78,8; respectivamente (Fig. 27). Por lo tanto, las comparaciones entre ambos tipos de sala, dentro de rangos de un mismo tamaño, no mostrarían mayores diferencias en los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), en las instalaciones de 9 o menos puestos por lado; mientras que en las instalaciones con 10-14 puestos por lado, las salas línea doble superarían a las línea simple en 18,8 V/H/S (TO) y 16,6 V/H/S (SD), lo que equivale a un 27 y 21% de mayor rendimiento, respectivamente.

De lo expuesto anteriormente se desprende que a igual tamaño de sala, las salas línea doble tendrían igual o mayor eficiencia que las línea simple en términos de rendimiento V/H/S, lo que estaría dentro de lo esperable de acuerdo a lo informado en la literatura. Las diferencias en rendimiento V/H/S a favor de las salas línea doble, se harían plenamente evidentes en instalaciones de gran tamaño, donde al menos se manejen 16 unidades por operador (Whipp, 1992), pudiendo obtenerse hasta un 33% de superioridad en rendimiento V/H/S, para las salas línea doble respecto a las línea simple del mismo tamaño (Kammel, 1995). Si bien una sala línea doble de un determinado número de puestos por lado, tiene el doble de unidades de ordeña que una sala línea simple de igual tamaño, tal como se observó en el presente estudio, su menor rendimiento V/H/U (Cuadro 24, Figs. 32 y 33), no permite que ello se traduzca en una duplicación del rendimiento V/H/S.

En el caso del rendimiento V/H/S (TO), los promedios correspondientes a las salas línea simple de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, alcanzaron a 62,0; 70,8;

103,3 y 117,5 V/H/S (TO), respectivamente. De acuerdo a ello, las salas línea simple más grandes superarían a las más pequeñas en 55,5 V/H/S (TO), lo que equivale a un 90% de mayor rendimiento V/H/S (TO). Además, estos resultados indicarían también que el mayor incremento del rendimiento V/H/S (TO), ocurre cuando este tipo de sala aumenta de tamaño desde 10-14 a 15-19 puestos por lado. La diferencia entre los promedios obtenidos en las salas línea doble de 9 o menos puestos por lado (63,2 V/H/S (TO)), y 10-14 puestos por lado (89,6 V/H/S (TO)), fue 26,4 V/H/S (TO); lo que representaría un 42% de mayor rendimiento V/H/S (TO) para las salas línea doble más grandes (Fig. 26).

El comportamiento del rendimiento V/H/S (SD), asociado al incremento del tamaño de las salas, mostró una gran similitud con el encontrado para el rendimiento V/H/S (TO). Los promedios determinados para las salas línea simple de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, fueron 68,7; 78,8; 114,3 y 125,0 V/H/S (SD), respectivamente. La diferencia entre los promedios de las salas línea simple de 9 o menos y 20 o más puestos por lado, alcanzó a 56,3 V/H/S (SD); lo que indicaría un 82% de superioridad en el rendimiento V/H/S (SD), al comparar las instalaciones de mayor tamaño con las más pequeñas. Al igual que para el rendimiento V/H/S (TO), el incremento más notorio del rendimiento V/H/S (SD) en las salas línea simple, se registró al aumentar su rango de tamaño desde 10-14 a 15-19 puestos por lado. En las salas línea doble, el rendimiento V/H/S (SD) se incrementó desde un promedio de 67,2 a uno de 95,4 V/H/S (SD), correspondientes respectivamente a las salas de 9 o menos y 10-14 puestos por lado; lo que denotaría un aumento de 28,2 V/H/S (SD), o un 42% de mayor rendimiento V/H/S (SD) para las salas línea doble más grandes (Fig. 27).

Los promedios de 89,1 V/H/S (TO) y 97,6 V/H/S (SD), obtenidos en las salas línea simple de 6-24 puestos por lado (Cuadro 24), indicarían un rendimiento más elevado en comparación a los resultados encontrados por Estévez y Marín (1991), quienes informan promedios de 62,09 V/H/S (TO) y 66,93 V/H/S (SD), para 23 salas espina de pescado línea simple. Sin embargo, dichos rendimientos corresponden a salas de menor tamaño que las evaluadas en el presente estudio (6 a 12 puestos por lado). Al comparar salas línea simple de tamaño equivalente, no se observan grandes diferencias en los rendimientos V/H/S (SD)

determinados en ambos estudios, exceptuando las salas de 6 puestos por lado, para las cuales se encontró un rendimiento V/H/S (SD) claramente mayor en el presente estudio (Anexo 5). Debido a ello, el promedio de 68,7 V/H/S (SD) de las salas línea simple de 9 o menos puestos por lado (Fig. 27), resultaría algo mayor en comparación a los rendimientos obtenidos por Estévez y Marín (1991), en el mismo tipo de sala, para instalaciones de 6 y 8 puestos por lado: 59,58 y 66,92 V/H/S (SD), respectivamente. En cambio, el promedio correspondiente a las salas línea simple de 10-14 puestos por lado de 78,8 V/H/S (SD), mostraría un rendimiento similar al determinado por Estévez y Marín (1991) en salas línea simple de 10 y 12 puestos por lado: 69,30 y 90,12 V/H/S (SD), respectivamente.

En otro estudio nacional efectuado en salas línea simple de menor tamaño (Jarpa, 2001), se obtuvieron promedios de 19,6; 27,6 y 36,8 V/H/S (TO), para instalaciones de 4, 6 y 8 puestos por lado, respectivamente. Dichos valores reflejarían rendimientos mucho más bajos con respecto al promedio de 62,0 V/H/S (TO), determinado en el presente estudio en las salas línea simple de 9 o menos puestos por lado (Fig. 26). Los rendimientos de 60,0 y 61,5 V/H/S (TO), correspondientes respectivamente a las salas línea simple de 6 y 8 puestos por lado (Anexo 4), superaron notablemente a los rendimientos obtenidos por Cuadra (1999), en los mismos tamaños de sala.

Por otra parte, la evaluación de los rendimiento V/H/S (SD) encontrados en las salas línea simple, basada en la comparación con los resultados obtenidos en salas línea simple de Nueva Zelanda, en las que se utilizaba una rutina mínima de preparación (Kammel, 1995), mostraría en general rendimientos más bajos, aumentando las diferencias entre los resultados de ambos estudios, a medida que se incrementa el tamaño de las salas (Anexo 5). Estas diferencias de rendimiento se deberían principalmente a que en la mayoría de las salas incluidas en el presente estudio, se empleaban rutinas completas de preparación (Cuadro 12). De acuerdo a los resultados presentados en el anexo 5, los rendimientos de las salas línea simple de 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 24 puestos por lado, alcanzaron valores de 69,5; 68,0; 68,7; 85,0; 97,0; 95,8; 129,2; 110,0 y 154,5 V/H/S (SD), respectivamente. Los promedios obtenidos por Kammel (1995), para el mismo tipo de sala e igual número de

puestos por lado fueron, respectivamente: 48, 64, 69, 96, 112, 109, 144, 160 y 195 V/H/S (SD).

En general, los rendimientos V/H/S determinados en el presente trabajo en las salas línea doble, se compararían favorablemente con los valores informados en la literatura, aunque tenderían a ser más bajos respecto a los encontrados en algunos trabajos.

Chang *et al.* (1992) informan promedios de 46,8 y 53,9 V/H/S (SD), para salas línea doble, de 6 y 8 puestos por lado, respectivamente. Armstrong y Quick (1986) y Burks *et al.* (2006), obtuvieron rendimientos de 65 y 67 V/H/S (SD), respectivamente; para salas línea doble de 8 puestos por lado. El promedio de 67,2 V/H/S (SD) determinado en el presente estudio, para el mismo tipo de sala, en el rango de 9 o menos puestos por lado (Fig. 27), indicaría un rendimiento V/H/S (SD) mayor o similar en comparación a los de los trabajos recién citados; aunque sería levemente menor en relación al rendimiento de 69,31 V/H/S (SD), obtenido por Estévez y Marín (1991) en salas espina de pescado línea doble, de 4 a 8 puestos por lado. Las diferencias de rendimiento entre ambos estudios, también se observarían al comparar salas línea doble de tamaño equivalente (6 y 8 puestos por lado), ya que los rendimientos V/H/S (SD) tendieron a ser menores para ambos tamaños de sala en el presente estudio (Anexo 5).

Armstrong y Quick (1986) y Burks *et al.* (2006) informan promedios de 96 y 94 V/H/S (SD), respectivamente, para salas línea doble de 10 puestos por lado; valores muy parecidos al promedio de rendimiento de 95,4 V/H/S (SD), encontrado en las salas línea doble de 10-14 puestos por lado (Fig. 27), pero que superarían al promedio de 86,8 V/H/S (SD), de las salas línea doble de 10 puestos por lado (Anexo 5). Armstrong *et al.* (1994), entregan rangos de valores para salas línea doble con salida convencional y bajo buenas condiciones de manejo, de 49-92 V/H/S (SD), para salas de 10 puestos por lado, y de 84-115 V/H/S (SD), para salas de 12 puestos por lado. Los promedios de 86,8 y 97,8 V/H/S (SD), correspondientes a las salas línea doble de 10 y 12 puestos por lado (Anexo 5), se encontrarían dentro de los rangos de buen rendimiento señalados por Armstrong *et al.* (1994).

El promedio de rendimiento de las salas línea doble de 12 puestos por lado, llegó casi a 100 V/H/S (SD), obteniéndose un rendimiento que superó dicho valor en la única sala línea doble de mayor tamaño (14 puestos por lado): 121,0 V/H/S (SD), (Anexo 5). Los rendimientos posibles de lograr en salas línea doble más grandes que la evaluadas en el presente estudio, serían mayores a 100 o 200 V/H/S (SD), dependiendo del número de puestos por lado. Para salas línea doble de 16 y 20 puestos por lado, Armstrong *et al.* (1994) informan rendimientos de 96-127 y 130-163 V/H/S (SD), respectivamente.

Utilizando un modelo de simulación, Thomas *et al.* (1996) concluyen que los rendimientos esperables para salas línea doble de 16 y 20 puestos por lado, alcanzarían respectivamente a 164,8 y 206,0 V/H/S (SD). En un estudio realizado en salas de mayor tamaño, Armstrong *et al.* (2001) informan rendimientos promedios de 210 y 230 V/H/S (SD), para salas espina de pescado línea doble de 20-24 y 25-29 puestos por lado, respectivamente; con una rutina completa de preparación de pezones (predipping, despunte y secado).

El análisis descriptivo del número de unidades por operador, mostró una relación positiva entre esta variable y los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD). La relación fue particularmente evidente en las salas línea simple, observándose un incremento mayor en ambos indicadores de rendimiento, al aumentar desde 3-5 a 6-9 unidades por operador, comparado con el incremento de rendimientos registrado entre los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador (Figs. 28 y 29). Así, los promedios de rendimiento V/H/S (TO) para dichos rangos de número de unidades por operador, alcanzaron a 63,0; 94,8 y 110,5 V/H/S (TO), generándose una diferencia de 47,5 V/H/S (TO) entre los valores extremos; por lo que las salas línea simple con 10-12 unidades por operador, superarían en un 75% al rendimiento V/H/S (TO) de aquellas con sólo 3-5 unidades por operador. En el caso del rendimiento V/H/S (SD), la diferencia entre los rangos mínimo y máximo de unidades por operador alcanzó a 49,1 V/H/S (SD), lo que indicaría un 72% de mayor rendimiento V/H/S (SD), al comparar las salas línea simple con 10-12 unidades por operador, con aquellas donde se manejan 3-5 unidades por operador.

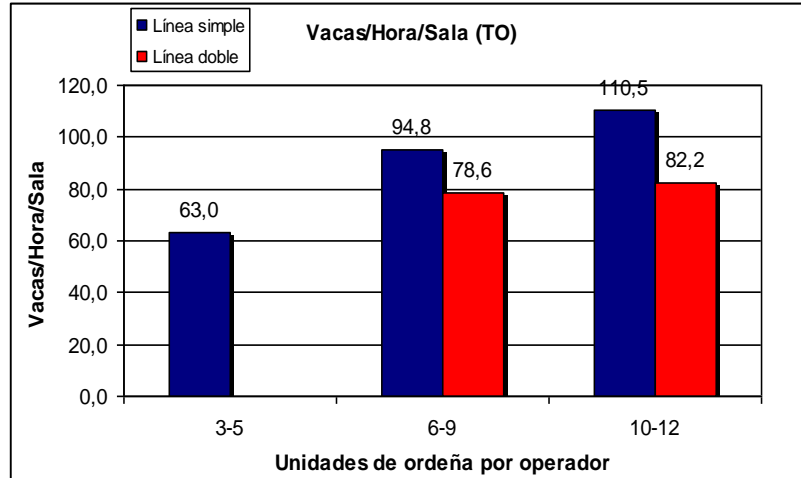


Figura 28. Promedios de rendimiento Vacas/Hora/Sala (TO) según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

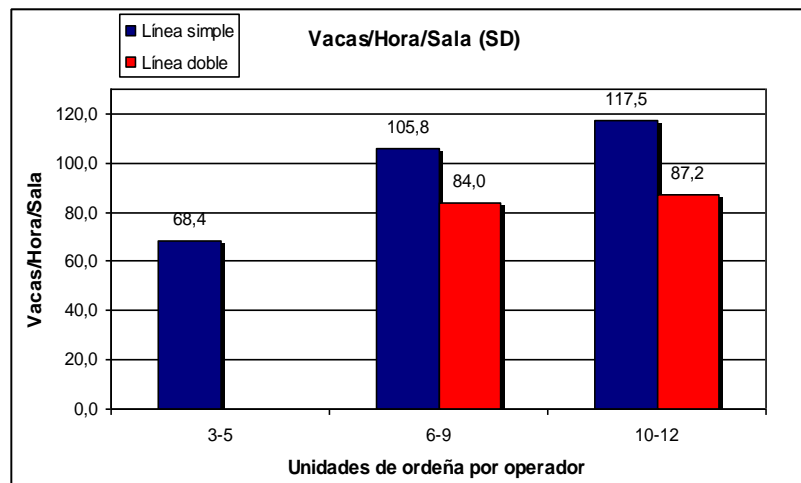


Figura 29. Promedios de rendimiento Vacas/hora/sala (SD) según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Estos resultados demostrarían que en las salas línea simple, el aumento del número de unidades por operador se reflejaría en incrementos importantes de los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), lo que destacaría la relevancia del efecto de presión de sala sobre estos indicadores de rendimiento. Este efecto sería mucho menor en las salas línea doble, considerando el incremento marginal de los promedios de rendimiento V/H/S (TO) y V/H/S (SD), al aumentar desde 3-5 a 6-9 unidades por operador (Figs. 28 y 29). Probablemente, el efecto de presión de sala asociado al incremento del número de unidades por operador, no

se manifestó en las instalaciones línea doble, debido a que las salas con ambos rangos de número de unidades por operador eran de tamaño muy similar, alcanzando los promedios respectivos a 9,9 y 10,0 puestos por lado. En cambio, en las salas línea simple, el incremento del número de unidades por operador, se relacionó con un aumento en el promedio de número de puestos por lado: 8,4; 15,7 y 19,7 puestos por lado, para las salas línea simple donde se manejaban 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente; lo que en definitiva implicaría un claro aumento en la presión de trabajo de los ordeñadores en este tipo de sala y explicaría el incremento de los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), asociado al manejo de un mayor número de unidades por operador.

Los resultados presentados en las figuras 28 y 29, también muestran grandes diferencias en los promedios de rendimiento V/H/S (TO) y V/H/S (SD) según el tipo de sala, al comparar instalaciones con el mismo rango de unidades por operador. La superioridad de las salas línea simple respecto a las línea doble, en términos de rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), ocurre tanto en las instalaciones con 6-9 como con 10-12 unidades por operador, aunque más notoriamente en las últimas. En las salas con 6-9 unidades por operador, la superioridad alcanzaría a 16,2 V/H/S (TO) y 21,8 V/H/S (SD), lo que equivale a un 21 y 26% de mayor rendimiento, respectivamente; mientras que en las instalaciones donde se manejan 10-12 unidades por operador, las salas línea simple aventajarían a las línea doble en 28,3 V/H/S (TO) y 30,3 V/H/S (SD), lo que representaría respectivamente un 34 y 35% de mayor rendimiento.

Las diferencias en rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD) según tipo de sala, a igual rango de número de unidades por operador, se explicarían básicamente por el distinto tamaño de ambos tipos de sala. Los promedios de número de puestos por lado de las salas línea simple y línea doble fueron 15,7 y 9,9 (6-9 unidades por operador); y 19,7 y 10,0 puestos por lado (10-12 unidades por operador), respectivamente.

5.5.3.2 Vacas/hora/ordeñador

El número de V/H/O es uno de los indicadores de rendimiento de salas de ordeña más utilizados (Armstrong y Quick, 1986). En particular, el rendimiento V/H/O es un importante indicador de la eficiencia de utilización de la mano de obra, por lo que una disminución en los tiempos de rutina de trabajo, tendría un gran impacto en este indicador de rendimiento (Whipp, 1992). Debido a ello, un aumento en el rendimiento V/H/O, incrementaría la rentabilidad de la empresa lechera (Reinemann, 1995). Si bien el rendimiento V/H/O permite establecer comparaciones confiables entre distintos tipos de sala, su análisis debe ser complementado con estudios de tiempos de los elementos de la rutina de ordeño (Armstrong y Quick, 1986).

Como se mencionó, el promedio obtenido para este indicador de rendimiento en el total de salas fue de 43,0 V/H/O (Cuadro 23). Al comparar ambos tipos de sala independientemente de su tamaño, se encontró un rendimiento mayor para las salas línea simple en relación a las salas línea doble, alcanzando los promedios respectivos a 46,1 y 36,9 V/H/O (Cuadro 24). Esta diferencia fue estadísticamente significativa (Cuadro 25) y representaría una superioridad de 9,2 V/H/O para el primer tipo de sala, equivalente a un 25% de mayor rendimiento V/H/O.

Los CV del rendimiento V/H/O, calculados a partir de los resultados presentados en el cuadro 24, denotan una mayor variabilidad para este indicador de rendimiento en las salas línea simple (34,5%), en comparación a las salas línea doble (24,7%).

Estos resultados mostrarían mayores rendimientos V/H/O, en comparación a los resultados obtenidos por Estévez y Marín (1991), lo cual podría explicarse en parte por el mayor tamaño de las salas evaluadas en el presente estudio. En contraposición a lo encontrado en el estudio recién citado, donde el promedio de rendimiento V/H/O de las salas línea doble fue algo mayor que el de las salas línea simple: 33,10 y 30,77 V/H/O, respectivamente; en este estudio las salas línea simple superaron a las línea doble, en términos de rendimiento V/H/O: 46,1 y 36,9; respectivamente (Cuadro 24). Al igual que en el caso de los

rendimientos V/H/S (TO y SD), los distintos resultados obtenidos en ambos estudios para el rendimiento V/H/O, según el tipo de sala, serían atribuibles a la mayor similitud de tamaño de las salas línea simple (6-12 puestos por lado) y línea doble (4-8 puestos por lado), evaluadas por Estévez y Marín (1991); en relación a las incluidas en presente estudio (Cuadro 3), caracterizadas por un tamaño de sala muy superior para las línea simple (6-24 puestos por lado), respecto a las línea doble (6-14 puestos por lado).

Aún cuando el promedio de rendimiento V/H/O del total de salas línea simple evaluadas en el presente estudio, superó ampliamente al promedio determinado por Estévez y Marín (1991), en todas las salas línea simple incluidas en su estudio: 46,1 y 30,77 V/H/O, respectivamente; debería tenerse presente que la diferencia entre ambos promedios, estaría influenciada por el distinto tamaño de las salas línea simple evaluadas en ambos estudios: 6-24 y 6-12 puestos por lado, respectivamente. La comparación entre los dos estudios, para salas línea simple de tamaño equivalente, mostraría menos diferencias en el rendimiento V/H/O. Así, en este estudio, los rendimientos de las salas línea simple de 6, 8, 10 y 12 puestos por lado alcanzaron a 45,8; 30,8; 42,5 y 38,0 V/H/O, respectivamente (Anexo 4). Los valores encontrados por Estévez y Marín (1991), para el mismo tipo de sala y número de puestos por lado, fueron 24,46; 29,98; 39,04 y 42,00 V/H/O, respectivamente.

Como se observa en la figura 30, los rendimientos V/H/O de las salas línea simple más grandes (15-19 y 20 o más puestos por lado), alcanzaron promedios del orden de 50 a 55 V/H/O, superando claramente los rendimientos de las instalaciones más pequeñas. Las salas línea simple de 16 puestos por lado, tuvieron un promedio de 44,3 V/H/O (Anexo 4); valor que se aproximaría al mínimo del rango de promedios determinados por Kammel (1995), para el mismo tipo y tamaño de sala, el cual fluctuó entre 45 y 109 V/H/O. En cambio, el rendimiento de 70,3 V/H/O correspondiente a las salas línea simple de 24 puestos por lado, se compararía favorablemente con el promedio de 65 V/H/O, obtenido también por Kammel (1995), en salas línea simple de igual número de puestos por lado.

El promedio de 36,9 V/H/O de todas las salas línea doble (Cuadro 24), así como los valores correspondientes a las salas línea doble de 6 y 8 puestos por lado: 52,0 y 35,5 V/H/O

(Anexo 4), superarían claramente los promedios determinados por Estévez y Marín (1991), en el total de salas línea doble, y en las salas línea doble de 6 y 8 puestos por lado: 33,10; 40,22 y 24,43 V/H/O, respectivamente.

Por otra parte, el promedio de 36,8 V/H/O (Fig. 30), correspondiente a las salas línea doble más pequeñas (9 o menos puestos por lado), indicaría un rendimiento algo menor en relación a los valores obtenidos por Chang *et al.* (1992), en un estudio realizado en 14 salas espina de pescado del mismo tipo (línea doble o un puesto por una unidad), ya que los promedios de las salas con 6 y 8 puestos por lado, alcanzaron respectivamente a 38,6 y 45,3 V/H/O. Este último valor superaría claramente al promedio de 35,5 V/H/O, encontrado en las tres salas línea doble de 8 puestos por lado; mientras que el rendimiento de 52,0 V/H/O de la única sala línea doble de 6 puestos por lado (Anexo 4), se compararía favorablemente con el promedio determinado para el mismo tamaño de sala por Chang *et al.* (1992).

Los promedios de 38,3 y 37,7 V/H/O, correspondientes respectivamente a las salas línea doble de 10 y 12 puestos por lado (Anexo 4), denotarían rendimientos inferiores en comparación a los informados para el mismo tipo y tamaño de sala, bajo buenas condiciones de manejo, pero a diferencia de este estudio, equipadas con portones de arreo automático: 49-92 y 48-58 V/H/O, para salas espina de pescado de 10 y 12 puestos por lado, respectivamente (Armstrong *et al.*, 1994).

La diferencia en el rendimiento V/H/O entre ambos tipos de sala (Cuadro 24), reflejaría principalmente el distinto tamaño de las salas línea simple y línea doble (Cuadro 3, Anexo 4). El efecto del distinto tipo de sala sobre este indicador de rendimiento, sería mínimo o inexistente, comparado con el observado para los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), en las instalaciones de 10-14 puestos por lado (Figs. 26 y 27), dado que los promedios de rendimiento V/H/O de las salas línea simple y línea doble de igual tamaño fueron muy similares: 35,5 y 36,8 V/H/O (salas de 9 o menos puestos por lado); 40,5 y 37,0 V/H/O (salas de 10-14 puestos por lado), respectivamente (Fig. 30).

Debido a que a igual número de puestos por lado, las salas con un puesto por unidad (línea doble), tienen el doble de unidades que una sala de dos puesto por unidad (línea simple), se esperaría que este indicador de rendimiento hubiera sido mayor en las salas línea doble, situación que no ocurrió en el presente estudio (Fig. 30). No obstante, según Whipp (1992) el aumento del rendimiento V/H/O que se obtendría al duplicar el número de unidades sería sólo marginal, a menos que el rendimiento de una sala línea simple de igual tamaño, esté restringido por el uso de muy pocas unidades para el nivel de producción de un determinado rebaño, donde sí se obtendría una clara ventaja con las salas línea doble. Frecuentemente, el beneficio de trabajar con salas líneas dobles, se centraría principalmente en el incremento de la flexibilidad de operación con vacas de ordeño lento (Whipp, 1992).

Por otra parte, los resultados presentados en la figura 30 serían compatibles con lo establecido por Reinemann (1995), según el cual la diferencia en rendimiento V/H/O entre ambos tipos de sala es mínima, para salas pequeñas de igual número de puestos por lado (por ejemplo, de 8 puestos por lado). De acuerdo al mismo autor, al aumentar el tamaño de las salas, las salas línea doble superarían a las línea simple en términos de rendimiento V/H/O, particularmente cuando los ordeñadores manejan un elevado número de unidades (más de 16 unidades por operador), situación que no se observó en el presente estudio. Bajo esas condiciones, como regla general, podría estimarse que una sala línea doble de 12 puestos por lado, tendría un rendimiento V/H/O similar al de una sala línea simple de 18 puestos por lado.

En la figura 30, además, se puede apreciar el incremento que experimenta el rendimiento V/H/O, en la medida que las salas línea simple aumentan de tamaño, desde un promedio de 35,5 V/H/O (9 o menos puestos por lado), a uno de 55,9 V/H/O (20 o más puestos por lado), registrándose el mayor grado de incremento entre los rangos de 10-14 y 15-19 puestos por lado: 40,5 y 51,7 V/H/O, respectivamente. La comparación entre los promedios de V/H/O correspondiente a las salas línea simple de 9 o menos y 20 o más puestos por lado, muestra una diferencia de 20,4 V/H/O a favor del rango más grande de tamaño de sala, equivalente a un 58% de mayor rendimiento V/H/O.

La relación observada entre el rendimiento V/H/O y el tamaño de sala en las salas línea simple, se explicaría principalmente por un efecto de presión de sala, en virtud del cual los ordeñadores trabajan más rápido al tener a su cargo más unidades o más vacas (Armstrong, 1992; Barry *et al.*, 1992; Armstrong *et al.*, 1994). Al respecto, debería tenerse presente que pese al amplio rango de variación de tamaño de las salas línea simple (6-24 puestos por lado), en la mayoría (89,3%), se trabaja con dos operadores (promedio 2,0 operadores/sala), lo que supondría un fuerte efecto de presión de sala en las instalaciones más grandes. En el caso de las salas línea doble, el rango de variación de tamaño fue menor (6-14 puestos por lado), observándose además una tendencia a utilizar más ordeñadores (promedio 2,3 operadores/sala), lo que podría haberse reflejado en un menor efecto de presión de sala en comparación a las salas línea simple, pese a tener el doble de unidades de ordeña, respecto a las salas línea simple de igual número de puestos por lado. Esta menor presión de trabajo que parece existir en las salas línea doble, podría explicar en último término que no se hayan encontrado diferencias en los promedios de rendimiento V/H/O, entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado: 36,8 y 37,0 V/H/O, respectivamente (Fig. 30). De hecho, los promedios de número de unidades por operador, indicarían que no habrían mayores diferencias en la presión de trabajo de los ordeñadores, entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado: 8,6 y 9,3 unidades por operador, respectivamente.

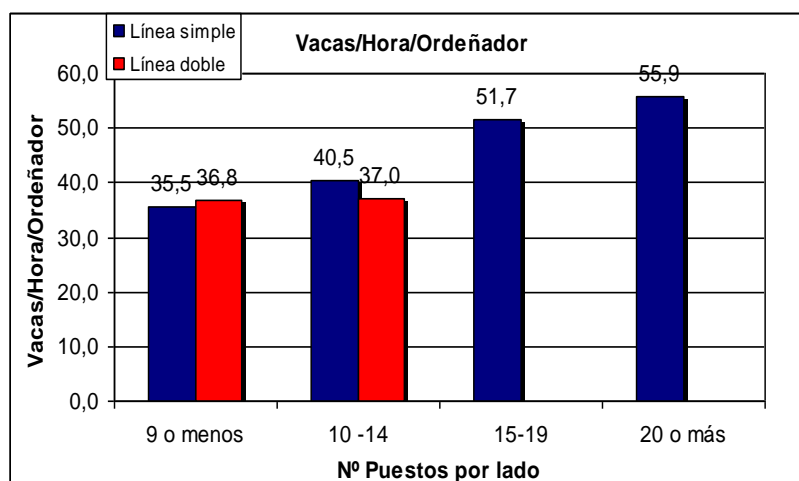


Figura 30. Promedios de rendimiento vacas/hora/ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

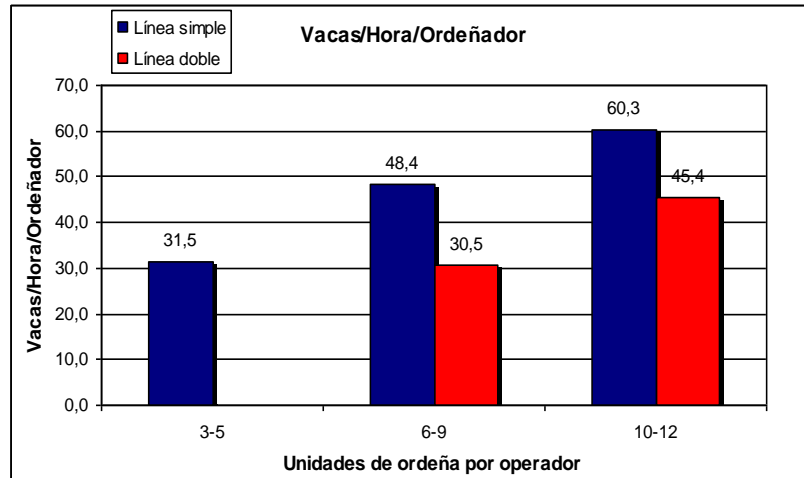


Figura 31. Promedios de rendimiento vacas/hora/ordeñador según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Al analizar el rendimiento V/H/O de acuerdo al número de unidades de ordeña por operador (Fig. 31), el efecto de presión de sala se manifestaría de manera aún más evidente que la descrita para el número de puestos por lado (Fig. 30). Como se observa en la figura 31, en las salas línea simple el rendimiento V/H/O aumentó notoriamente al incrementarse el número de unidades por operador, presentando promedios de 31,5; 48,4 y 60,3 V/H/O, en las salas línea simple donde se manejan 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. De acuerdo a dichos promedios, las salas línea simple con 10-12 unidades por operador, superarían en 28,8 V/H/O a aquellas donde se manejan 3-5 unidades por operador, lo que corresponde a un 91% de mayor rendimiento V/H/O.

A diferencia de la ausencia de relación entre este indicador de rendimiento y el número de puestos por lado de las salas línea doble (Fig. 30), en este tipo de sala se verificó la misma tendencia de aumento del rendimiento V/H/O observada en las salas línea simple, asociada al incremento del número de unidades por operador, desde un promedio de 30,5 a 45,4 V/H/O, para los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente (Fig. 31). En consecuencia, la comparación entre las salas línea doble, según el número de unidades manejadas por cada operador, mostraría una diferencia de 14,9 V/H/O a favor de las instalaciones con 10-12 unidades por operador, equivalente a un 49% de mayor rendimiento V/H/O, respecto a aquellas con 6-9 unidades por operador.

Estos resultados demostrarían claramente que en la medida que los operadores manejan más unidades mejoran su rendimiento, pudiendo esperarse un aumento del rendimiento V/H/O tanto en las salas línea simple como en las línea doble. El aumento del rendimiento V/H/O, asociado al incremento del número de unidades por operador, podría reflejar básicamente un efecto de mayor presión de sala, al tener más unidades a su cargo (Armstrong, 1992; Barry *et al.*, 1992). Al respecto, Armstrong *et al.* (1994) señalan que en la medida que se aumente el número de ordeñadores en una sala, lo que equivaldría a disminuir el número de unidades por operador, se reduce el rendimiento V/H/O.

En el caso de las salas línea simple, el incremento del rendimiento V/H/O asociado al aumento del número de unidades por operador, también se relacionaría con un incremento del tamaño de las salas, dado que los promedios de puestos por lado alcanzaron a 8,4; 15,7; y 19,7; para los rangos de 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. En cambio, el incremento del rendimiento V/H/O en las salas línea doble parece reflejar un efecto directo de presión de sala, asociado al mayor número de unidades manejadas por los operadores, puesto que no hubo mayores diferencias en el tamaño promedio de estas salas (9,9 y 10,0 puestos por lado), para las salas con 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente.

Por otra parte, la comparación de los rendimientos V/H/O, entre las salas línea simple y las salas línea doble del mismo rango de unidades de ordeña por operador (Fig. 31), denota una clara superioridad de las primeras, como se desprende de los valores de sus respectivos promedios para este indicador de rendimiento: 48,4 y 30,5 V/H/O (6-9 unidades por operador); 60,3 y 45,4 V/H/O (10-12 unidades por operador). Las diferencias entre dichos promedios (17,9 y 14,9 V/H/O, respectivamente), representarían un 59 y 33% de superioridad en el rendimiento V/H/O de las salas línea simple, en comparación a las salas línea doble, en que se manejan 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. Las diferencias en rendimiento V/H/O según tipo de sala, para igual rango de número de unidades por operador, parecen relacionarse con el mayor tamaño de las salas línea simple respecto a la línea doble: 15,7 y 9,9 puestos por lado (6-9 unidades por operador), 19,7 y 10,0 puestos por lado (10-12 unidades por operador).

5.5.3.3 Vacas/hora/unidad de ordeña

El promedio obtenido para este indicador de rendimiento en el total de salas fue 5,7 V/H/U (Cuadro 23). Los promedios correspondientes a las salas línea simple y línea doble, presentaron valores de 6,5 y 4,1 V/H/U, respectivamente (Cuadro 24). La diferencia entre ambos promedios alcanzó a 2,4 V/H/U y representaría un 59% de mayor rendimiento V/H/U para las salas línea simple, al comparar los dos tipos de sala sin tener en cuenta su tamaño. La diferencia en el rendimiento V/H/U según el tipo de sala fue altamente significativa (Cuadro 25).

De los resultados que aparecen el cuadro 24, se desprende que la variabilidad del rendimiento V/H/U fue más elevada en las salas línea simple que en las línea doble, alcanzando respectivamente los CV valores de 26,2 y 12,2%.

Análogamente a lo encontrado en este estudio, Estévez y Marín (1991) comprobaron también rendimientos V/H/U más elevados, para las salas espina de pescado línea simple respecto a las línea doble. Los promedios correspondientes a dichos tipos de sala alcanzaron respectivamente a 7,79 y 5,63 V/H/U, lo que representaría un 38% de mayor rendimiento V/H/U para el primer tipo de sala.

En las salas línea doble (un puesto por unidad), el tiempo ocioso de las unidades de ordeña normalmente es mayor que en las salas línea simple (dos puestos por unidad) (Whipp, 1992), por lo que a igual tamaño de sala, los rendimientos V/H/U de las salas línea simple siempre son mayores que los de las salas línea doble. Esta sería la principal razón de que la duplicación del número de unidades para un determinado tamaño de sala, no se refleje plenamente en el rendimiento V/H/S, pudiendo como se observó en el presente estudio, no haber cambios en el rendimiento V/H/S de las salas línea doble, o registrarse un aumento moderado del rendimiento V/H/S, en relación al rendimiento de las salas línea simple (Figs. 26 y 27). La diferencia en el rendimiento V/H/U entre ambos tipos de sala, sería probablemente la explicación más importante de que no se hayan encontrado mayores

diferencias en los rendimientos V/H/O, entre salas línea simple y línea doble de igual número de puestos por lado (Fig. 30).

Como se señaló, el promedio obtenido para este indicador de rendimiento en todas las salas línea simple alcanzó a 6,5 V/H/U (Cuadro 24). Los promedios correspondientes a este tipo de sala en las instalaciones de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, fueron: 8,3; 6,3; 6,0 y 5,4; respectivamente (Fig. 32).

El promedio de 6,5 V/H/U determinado en el total de salas línea simple, indicaría un rendimiento menor en relación al promedio de 7,79 V/H/U encontrado por Estévez y Marín (1991), para todas las salas línea simple evaluadas en su estudio. Las diferencias encontradas en este indicador de rendimiento entre ambos trabajos, podrían explicarse en parte por el distinto tamaño de las salas línea simple evaluadas en los dos estudios: 6-24 y 6-12 puestos por lado, respectivamente; ya que como se observa en la figura 32, el rendimiento V/H/U muestra una clara tendencia de descenso en la medida que aumenta el tamaño de las salas línea simple.

La diferencia en el rendimiento V/H/U entre ambos trabajos, al igual que las diferencias encontradas para otros indicadores de rendimiento, también podrían reflejar los distintos niveles productivos de los rebaños ordeñados en las salas evaluadas. En el presente trabajo, se incluyeron rebaños de mayor nivel productivo que los estudiados por Estévez y Marín (1991), lo que aumentaría el tiempo de unidad por vaca, disminuyendo consiguientemente el rendimiento V/H/U (Thomas, 1994). Para ilustrar las diferencias en el nivel productivo por vaca, puede señalarse que en el presente trabajo éste se estratificó en rangos bajo, medio y alto de ≤ 18 , 19-24 y ≥ 25 l/día. En cambio, los niveles productivos bajo, medio y alto del estudio de Estévez y Marín (1991), correspondieron a rangos de 5-10, 10-15 y 15-20 l/día. Probablemente debido a lo recién señalado, los promedios de rendimiento de 10,0; 7,7; 6,5 y 6,4 V/H/U, determinados respectivamente en las salas línea simple de 6, 8, 10 y 12 puestos por lado (Anexo 4), en general serían algo más bajos que los encontrados por Estévez y Marín (1991), para el mismo tipo y tamaño de sala: 7,84; 8,14; 6,82 y 7,00 V/H/U, respectivamente.

En contraposición a lo señalado anteriormente, los valores de rendimiento V/H/U determinados en el presente trabajo, se compararían favorablemente con los encontrados en otros estudios nacionales. En uno de éstos, realizado en salas de ordeña aparentemente del tipo línea simple, se obtuvieron promedios de 6,48 y 5,69 V/H/U, para salas de 6 y 8 puestos por lado, respectivamente (Jarpa, 2001). En otro estudio, que incluyó sólo salas línea simple, se encontró un promedio de 4,6 V/H/U, tanto para las salas de 6 como de 8 puestos por lado (Cuadra, 1999). Los promedios de rendimiento V/H/U determinados en estos trabajos, son claramente inferiores comparados con el promedio de 8,3 V/H/U de las salas línea simple de 9 o menos puestos por lado (Fig. 32), y con los promedios correspondientes a las salas línea simple de 6 y 8 puestos por lado: 10,0 y 7,7 V/H/U, respectivamente (Anexo 4). Los rendimientos de las salas línea simple de mayor tamaño (Anexo 4), como las de 10 puestos por lado (6,5 V/H/U) y 20 puestos por lado (5,4 V/H/U), también tendieron a ser mayores que los obtenidos para los correspondientes tamaños de sala, por Jarpa (2001) y Cuadra (1999): 6,3 y 4,9 V/H/U, respectivamente.

Los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/U de las salas línea doble, se discuten al analizar el rendimiento V/H/P, ya que en este tipo de sala ambos indicadores de rendimiento son equivalentes; considerando además que en las evaluaciones de rendimientos de salas línea doble realizadas en Estados Unidos, el indicador habitualmente utilizado es el rendimiento V/H/P, denominado comúnmente turnos por hora.

En la figura 32 se observa una tendencia de reducción en el rendimiento V/H/U de las salas línea simple, a medida que se incrementa el número de puestos por lado. Los promedios para este indicador de rendimiento alcanzaron a 8,3; 6,3; 6,0 y 5,4 V/H/U, en las instalaciones de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, respectivamente. De acuerdo a dichos resultados, las salas línea simple más pequeñas serían la más eficientes en términos de rendimiento V/H/U, registrándose el descenso más notorio de este indicador de rendimiento, al aumentar el tamaño de las salas línea simple desde 9 o menos puestos por lado a 10-14 puestos por lado, tendiendo a ser menos evidente el descenso observado entre los rangos de 10-14 y 15-19 puestos por lado, en comparación al encontrado entre este último y el rango de 20 o más puestos por lado. La diferencia entre los promedios de los

rangos extremos de tamaño dentro de las salas línea simple alcanzó a 2,9 V/H/U, lo que indicaría una superioridad de 54% en este indicador de rendimiento para las salas de 9 o menos puestos por lado, o un 35% menos de rendimiento V/H/U en las instalaciones con 20 o más puestos por lado.

El comportamiento de este indicador de rendimiento en las salas línea doble, según el tamaño de las instalaciones, fue distinto al recién descrito para las salas línea simple. Los promedios de 4,3 y 4,0 V/H/U, correspondientes respectivamente a las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado (Fig. 32), sugieren que en este tipo de sala no habría una relación clara entre su tamaño y el rendimiento V/H/U; al menos, hasta el rango de mayor tamaño de las salas línea doble evaluadas en el presente estudio (10-14 puestos por lado).

La comparación entre ambos tipos de sala a iguales rangos de tamaño, muestra una clara superioridad en cuanto a rendimiento V/H/U para las salas línea simple respecto a las línea doble. Así, las diferencias a favor de las salas línea simple, entre los promedios correspondientes a los rangos de 9 o menos y 10-14 puestos por lado, alcanzaron 4,0 y 2,3 V/H/U, lo que equivaldría respectivamente a un 93 y 58% de mayor rendimiento V/H/U para este tipo de sala (Fig. 32). El hecho de que el rendimiento V/H/U haya tendido a disminuir en las salas línea simple más grandes (15-19 y 20 o más puestos por lado), explicaría que en la comparación realizada entre todas las salas línea simple y línea doble, las primeras superaran a las segundas sólo en un 59%, en términos de rendimiento promedio V/H/U.

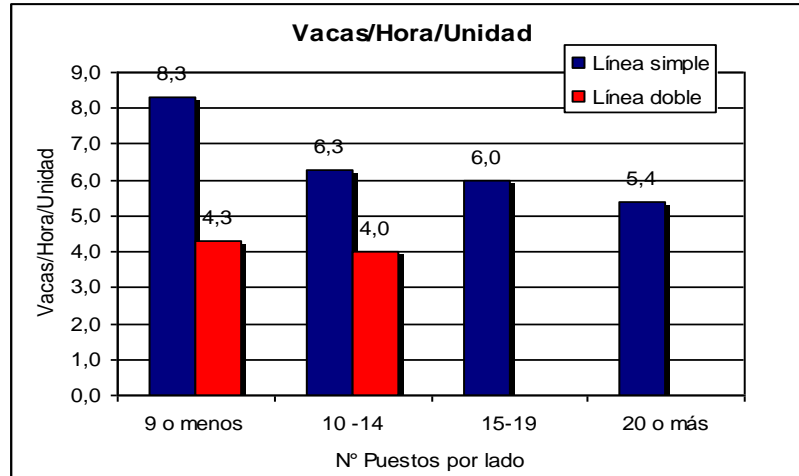


Figura 32. Promedios de rendimiento vacas/hora/unidad de ordeña según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

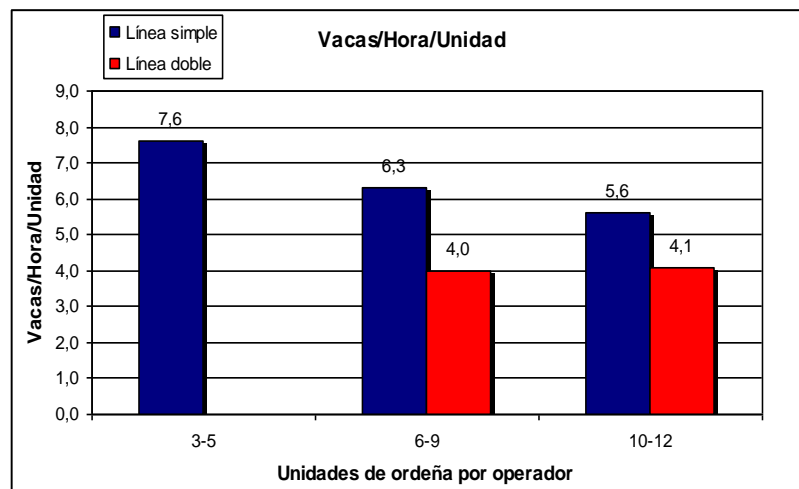


Figura 33. Promedios de rendimiento vacas/hora/unidad de ordeña según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Los resultados del análisis descriptivo de la relación entre el rendimiento V/H/U y el número de unidades manejadas por cada operador (Fig. 33), muestran una situación muy similar a la recién descrita para el número de puestos por lado de las salas (Fig. 32), ya que en las salas línea simple el rendimiento V/H/U tiende a disminuir, mientras más unidades tienen su cargo los ordeñadores, como se desprende de los promedios de rendimiento obtenidos en las salas con 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador: 7,6; 6,3 y 5,6 V/H/U, respectivamente. Dichos resultados indican una diferencia de 2,0 V/H/U, entre las salas

línea simple con 3-5 y 10-12 unidades por operador, lo que equivaldría a un 26% menos de rendimiento V/H/U en estas últimas. Si bien, en este tipo de sala, el incremento del número de unidades por operador afectaría negativamente la eficiencia de ordeño en términos del rendimiento V/H/U, en definitiva dicho incremento se asociaría a un aumento de los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), (Figs. 28 y 29). Esto último, se explicaría en base al fuerte aumento que experimenta el rendimiento V/H/O, al incrementarse el número de unidades por operador en las salas línea simple (Fig. 31). Como ya se estableció, el aumento del rendimiento V/H/O asociado al incremento del número de unidades por operador, se relacionaría también con un incremento del número de puestos por lado de las salas línea simple.

Las relaciones inversas observadas entre el rendimiento V/H/U, con el número de puestos por lado y el número de unidades por operador en las salas línea simple (Figs. 32 y 33), reflejarían probablemente un incremento en el tiempo ocioso de las unidades, a medida que aumentan tanto el tamaño de las salas como el número de unidades por operador. En términos prácticos, esto significaría que mientras más unidades maneje un ordeñador, su uso tiende a ser menos eficiente en términos de V/H/U.

Análogamente a lo observado para el número de puestos por lado (Fig. 32), el incremento del número de unidades por operador en salas línea doble, no se reflejó en un cambio del rendimiento V/H/U, determinándose promedios muy similares para los tramos de 6-9 y 10-12 unidades por operador: 4,0 y 4,1 V/H/U, respectivamente (Fig. 33). Estos resultados podrían contribuir a explicar el comportamiento descrito para los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD) en las salas línea doble, los cuales sólo muestran un aumento leve en sus promedios, al incrementarse el número de unidades por operador desde 6-9 a 10-12 (Figs. 28 y 29), pese a que paralelamente se observa un aumento importante del rendimiento V/H/O (Fig. 31). El mayor rendimiento V/H/O en las salas línea doble con 10-12 unidades por operador, respecto a las salas donde se manejaban 6-9 unidades por operador, no se habría reflejado en los rendimientos V/H/S debido a que sus tamaños eran muy similares (10,0 y 9,9 puestos por lado, respectivamente), pero el promedio de ordeñadores por sala era muy inferior en las primeras: 1,8 y 2,6 ordeñadores por sala, respectivamente.

Al comparar las salas línea simple y las salas línea doble con igual número de unidades por operador (Fig. 33), se continúa observando el mayor rendimiento V/H/U que caracteriza a las primeras, siendo la diferencia más evidente en el rango de 6-9 que en el de 10-12 unidades por operador: 2,3 y 1,5 V/H/U, respectivamente. Dichas diferencias representarían un 58 y 37% de mayor rendimiento V/H/U, para las salas línea simple en relación a las línea doble, en las instalaciones donde se manejan 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente.

Las diferencias en rendimiento V/H/U según tipo de sala, entre instalaciones de igual número de puestos por lado o manejadas por la misma cantidad de ordeñadores, se deberían básicamente al hecho que en las salas línea simple se ordeñan los puestos de ambos lados con una misma unidad, lo cual aumenta el rendimiento de las unidades al disminuir su tiempo ocioso, comparado con el tiempo que las unidades permanecen desocupadas en las salas línea doble, a la espera de que los puestos vuelvan a ocupados y las unidades colocadas (Whipp, 1992).

5.5.3.4 Vacas/hora/puesto (turnos por hora)

El rendimiento V/H/P representa la cantidad de vacas que son ordeñadas durante una hora en cada puesto de una sala. Matemáticamente, corresponde al total de vacas ordeñadas durante una hora en la sala, dividido por el número de puestos de ésta. En las salas línea doble (un puesto por unidad), el rendimiento V/H/P es equivalente al rendimiento V/H/U; mientras que en las salas línea simple (dos puestos por unidad), el rendimiento V/H/P correspondería a la mitad del rendimiento V/H/U (Cuadro 24).

Este indicador de rendimiento es ampliamente utilizado para evaluar la eficiencia de las salas de ordeña en Estados Unidos, donde existe un uso generalizado de las salas línea doble, por lo que debería entenderse que los valores recomendables que se citan a continuación se refieren a dicho tipo de sala, a menos que se especifique que corresponden a salas línea simple. En la literatura estadounidense, el rendimiento V/H/P se denomina comúnmente turnos por hora, reconociéndosele como uno de los mejores indicadores de

eficiencia de una sala (St-Pierre, 2004). Según Reid y Stewart (2007), los turnos por hora, o rendimiento V/H/P, es uno de los indicadores menos influenciado por el tamaño de las salas, por lo que permitiría hacer comparables las evaluaciones de rendimiento de salas con distinto número de puestos por lado.

Como se observa en el cuadro 23, el promedio de este indicador de rendimiento en el total de salas fue 3,5 V/H/P. Los promedios correspondientes a las salas línea simple y línea doble alcanzaron a 3,3 y 4,1 V/H/P, respectivamente (Cuadro 24). La diferencia entre ambos promedios (0,8 V/H/P), equivaldría a un 24% de mayor rendimiento V/H/P para las salas línea doble. Esta diferencia en el rendimiento V/H/P, obtenida al comparar ambos tipos de sala sin considerar su tamaño, resultó estadísticamente significativa (Cuadro 25).

No obstante lo anterior, el 24% de superioridad del rendimiento V/H/P de las salas línea doble, sería insuficiente para compensar el 59% de mayor rendimiento V/H/U de las salas línea simple, encontrado también al comparar ambos tipos de sala independientemente de su tamaño. Por esta razón y a pesar de disponer sólo de la mitad de unidades de ordeña que las salas línea doble de igual número de puestos por lado, su mayor tamaño habría determinado que sus rendimientos V/H/O y V/HS (TO) hayan superado a los de las salas línea doble, y que el rendimiento V/HS (SD) tendiera a ser más elevado (Cuadros 25, 27 y 29).

La variabilidad del rendimiento V/H/P fue más alta en las salas línea simple que en las salas línea doble, de acuerdo a los valores de los CV, calculados a partir de los resultados presentados en el cuadro 24: 24,2 y 12,2%; respectivamente.

Según St-Pierre (2004), una sala línea doble debería tener un rendimiento de entre 4,0 y 4,5 turnos por hora. El primer valor se considera como un mínimo recomendable, mientras que el segundo indicaría un rendimiento competitivo. Los criterios de Reid y Stewart (2007), coincidirían aproximadamente con los de St-Pierre (2004), ya que para dichos autores una meta apropiada sería lograr entre 4,3 y 4,5 turnos por hora, en salas línea doble con 2 ordeños diarios, y un rendimiento de 4,8 a 4,9 turnos por hora, para el mismo tipo de sala

con 3 ordeños diarios. Al respecto, cabe citar a Jones (1998), quién señala que habitualmente las salas de ordeña se dimensionan suponiendo un rendimiento de 4,0 V/H/P, para rebaños ordeñados 2 veces al día y un rendimiento de 5,0 V/H/P para los sometidos a 3 ordeños diarios. Sin embargo, dicho autor destaca que frecuentemente no se considera que el logro de estos rendimientos depende en gran medida de la habilidad de los ordeñadores.

La evaluación global de los resultados obtenidos en el presente estudio, basada en los criterios recién señalados, indica que el promedio de 4,1 V/H/P obtenido en el total de salas línea doble, se aproximaría a los valores mínimos recomendados de turnos por hora. La situación no cambia mayormente, al realizar el mismo tipo de evaluación de acuerdo al tamaño de las salas línea doble, dado que los promedios correspondientes a las salas de 9 o menos puestos por lado y 10-14 puestos por lado alcanzaron a 4,3 y 4,0 V/H/P, respectivamente (Fig. 34).

Al evaluar salas línea doble de 4 a 8 puestos por lado, Estévez y Marín (1991) determinaron un promedio de 5,63 V/H/U, equivalente al mismo valor de rendimiento V/H/P para este tipo de sala. Los promedios correspondientes a las salas línea doble de 6 y 8 puestos por lado fueron 5,52 y 4,60 V/H/P, respectivamente. El promedio de 4,3 V/H/P encontrado en el presente estudio en las salas línea doble de 9 o menos puestos por lado (Fig. 34), así como los promedios de 4,4 V/H/P, obtenidos tanto en las salas línea doble de 6 como de 8 puestos por lado (Anexo 4), indicarían rendimientos menores en comparación a los determinados por Estévez y Marín (1991). Sin embargo, los resultados de ambos estudios no son estrictamente comparables, dado que en el presente trabajo, se incluyeron rebaños de nivel productivo mucho más alto que los estudiados por Estévez y Marín (1991).

Por otra parte, el promedio de rendimiento de las salas línea doble más pequeñas (4,3 V/H/P), se compararía favorablemente con los valores encontrados por Chang *et al.* (1992), quienes informan promedios de 3,3 y 2,6 turnos por hora para salas línea doble con 6 y 8 puestos por lado, respectivamente. Estas diferencias se mantendrían, al considerar sólo los resultados obtenidos en las salas línea doble de 6 y 8 puestos por lado (Anexo 4), cuyos rendimientos alcanzaron a 4,4 V/H/P.

Mediante un modelo de simulación de rendimientos, para salas línea doble más grandes que las evaluadas en el presente estudio (16 y 20 puestos por lado), Thomas *et al.* (1996) señalan que el rendimiento esperado para ambos tamaños de sala sería de 5,2 turnos por hora, valor bastante mayor a los encontrados en este estudio.

De acuerdo a información generada en Nueva Zelanda (2 ordeñas diarias, rutinas mínimas de preparación), las salas línea simple deberían ser diseñadas para lograr un rendimiento de entre 4 a 6 turnos por hora, con un promedio de 5 (Kammel, 1995). El promedio de rendimiento de 3,3 V/H/P encontrado para este tipo de sala (Cuadro 24), se ubicaría por debajo de los valores sugeridos por Kammel (1995). Sin embargo, el mismo autor informa promedios de rendimiento V/H/P menores para salas línea simple evaluadas en Nueva Zelanda. Así, los promedios de las salas línea simple de 16 puestos por lado, alcanzaron valores que oscilaron entre 2,8 y 3,4 V/H/P, mientras que el promedio correspondiente a una sala línea simple de 24 puestos por lado fue 4,1 V/H/P. Como se observa en el anexo 4, el promedio de las salas línea simple de 16 puestos por lado alcanzó a 2,8 V/H/P, valor idéntico al promedio más bajo informado por Kammel (1995), en tanto que el promedio de 3,0 V/H/P de las salas línea simple de 24 puestos por lado, resultó menor al encontrado por dicho autor para el mismo tamaño de sala.

El análisis descriptivo de la figura 34 muestra una diferencia pequeña (0,3 V/H/P), entre los promedios de rendimiento V/H/P de las salas línea doble de 9 o menos puestos por lado y 10-14 puestos por lado, que podría denotar una tendencia leve de disminución de dicho indicador de rendimiento, con el incremento de tamaño de este tipo de salas. Sin embargo, el bajo valor obtenido para el CV del rendimiento V/H/P en las salas línea doble y la similitud de los rendimientos V/H/P encontrados en salas línea doble de distinto tamaño (Anexo 4), sugieren que en este tipo de sala dicho indicador de rendimiento no se relaciona con el número de puestos por lado. En cambio, en las salas línea simple habría una relación inversa entre el rendimiento V/H/P y el tamaño de las salas, de acuerdo a los valores de los promedios correspondientes a las instalaciones de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado: 4,2; 3,1; 3,0 y 2,7 V/H/P, respectivamente. Comparadas con las instalaciones más pequeñas, el rendimiento de las salas línea simple más grandes

disminuiría en 1,5 V/H/P, lo que representa un 36% de reducción en este indicador de rendimiento. En general, estos resultados denotarían una fuerte reducción del rendimiento V/H/P, al aumentar el tamaño de las salas línea simple desde 9 o menos a 10-14 puestos por lado, observándose en las instalaciones más grandes una tendencia a estabilizarse en valores del orden de 3,0 V/H/P.

Los resultados obtenidos para el comportamiento del rendimiento V/H/P, según el tamaño de las salas, son difíciles de interpretar; considerando que la información bibliográfica disponible se refiere principalmente a rendimientos V/H/P o turnos por hora en salas línea doble. En principio, los resultados encontrados en las salas línea doble, los cuales no indicarían una relación entre rendimiento V/H/P y número de puestos por lado, serían compatibles con lo señalado por Reid y Stewart (2007), en cuanto a que el rendimiento V/H/P o número de turnos por hora, es uno de los indicadores de rendimiento menos influenciado por el tamaño de las salas. Sin embargo, los resultados del presente estudio no coincidirían con los de Chang *et al.* (1992), que mostrarían una tendencia de disminución en el rendimiento V/H/P, al aumentar el número de puestos por lado en salas línea doble pequeñas.

Finalmente, de los resultados presentados en la figura 34 se deduce que a igual tamaño de sala, no habría mayor diferencia en el rendimiento V/H/P de las salas línea simple y línea doble de 9 o menos puestos por lado: 4,2 y 4,3 V/H/P, respectivamente; lo que estaría determinado por el promedio obtenido para este indicador de rendimiento en el primer tipo de sala. En cambio, en las instalaciones de 10-14 puestos por lado, los promedios correspondiente a ambos tipos de sala alcanzaron a 3,1 y 4,0 V/H/P, lo que indicaría una diferencia de 0,9 V/H/P a favor de las salas línea doble, o una superioridad de 29% para este indicador de rendimiento, respecto a las salas línea simple del mismo tamaño.

Considerados globalmente, los resultados encontrados para el rendimiento V/H/P según el tipo de sala y número de puestos por lado, se explicarían en primer lugar porque a diferencia de las salas línea simple, en las salas línea doble siempre existen unidades disponibles al momento de terminar la preparación de los pezones en un lado de la sala, lo

que permite una rutina de ordeño mucho más fluida y, en definitiva, un mayor grado de utilización de cada puesto de ordeño. La tendencia de reducción del rendimiento V/H/P asociada al incremento de tamaño de las salas línea simple, estaría dada básicamente por un aumento en el tiempo de ocupación de los puestos, con lo cual disminuye el número de turnos por hora ((St-Pierre, 2004); a lo que contribuiría adicionalmente la presencia de vacas duras o de ordeño lento, cuyo efecto sobre el tiempo de permanencia de las vacas en uno de los lados de la sala, sería mayor en las salas línea simple más grandes. En general, el efecto que ejercen sobre el rendimiento las vacas de ordeño lento, se hace sentir mucho más fuertemente en las salas línea simple que en las línea doble, debido a que una misma unidad debe pendular de un lado al otro del pozo de ordeño, con lo cual no sólo se retrasa la mangada de vacas que está siendo ordeñada, sino también la de enfrente, donde llega la unidad con retraso.

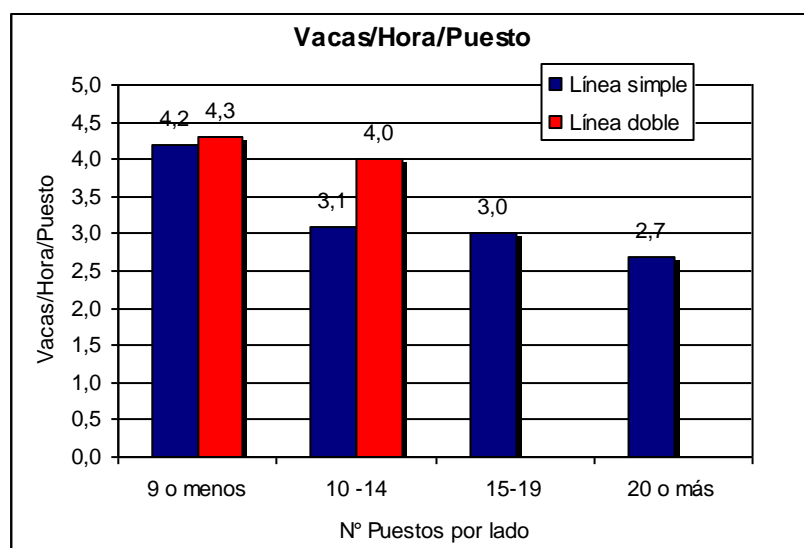


Figura 34. Promedios de rendimiento vacas/hora/puesto (turnos por hora), según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

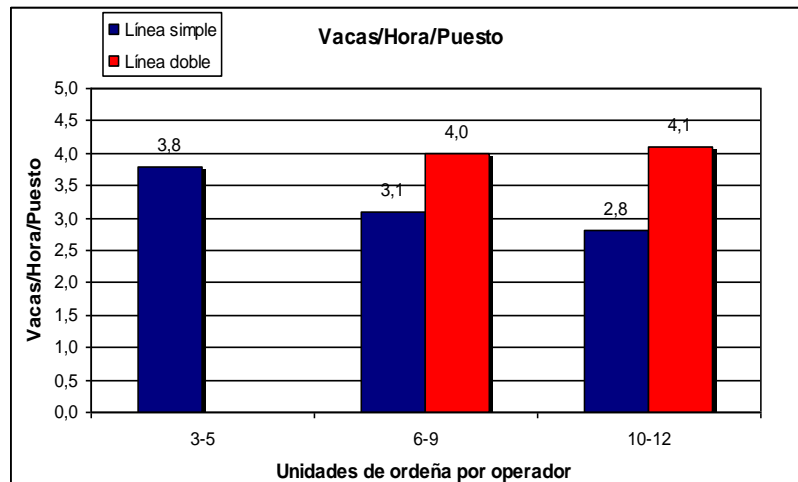


Figura 35. Promedios de rendimiento vacas/hora/puesto (turnos por hora), según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

Análogamente a lo observado para el número de puestos por lado (Fig. 34), el incremento del número de unidades por operador sólo se reflejó en un descenso del rendimiento V/H/P en las salas línea simple (Fig. 35). En este tipo de sala, los promedios para los rangos de 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador alcanzaron a 3,8; 3,1 y 2,8 V/H/P, respectivamente; estableciéndose en consecuencia una reducción más evidente de este indicador de rendimiento entre los rangos de 3-5 y 6-9 unidades por operador. En total, la diferencia entre los promedios de los rangos extremos de número de unidades por operador, indicaría una reducción de 1,0 V/H/P para las salas con el mayor número de unidades por operador, equivalente a un 26% de menor rendimiento V/H/P. En las salas línea doble, no se observó una relación aparente del rendimiento V/H/P con el incremento del número de unidades por operador, obteniéndose promedios similares para los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador: 4,0 y 4,1 V/H/P, respectivamente.

La comparación de las salas línea simple con las salas línea doble, dentro de los mismos rangos de número de unidades por operador, muestra claramente que estas últimas son más eficientes en términos de rendimiento V/H/P, lo que se hace más evidente en el rango mayor de número de unidades por operador (Fig. 35). Las diferencias entre los promedios correspondientes a los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador, alcanzaron a 0,9 y 1,4

V/H/P; diferencias que equivaldrían respectivamente a un 29 y 50% de mayor rendimiento V/H/P, para las salas línea doble en relación a las línea simple.

Las explicaciones posibles de estos resultados, serían las mismas que se mencionaron al analizar el rendimiento V/H/P según el tipo de sala y número de puestos por lado. De hecho, la relación inversa observada en las salas línea simple entre el rendimiento V/H/P y el número de unidades por operador, podría reflejar la disminución que experimenta este indicador de rendimiento con el incremento del número de puestos por lado, lo que se asociaría a un aumento en el número de unidades por operador, en un tipo de sala que se caracteriza por su mayor tamaño en comparación a las salas línea doble (Figs. 34 y 35). Como se ha señalado previamente, los dos rangos de número de unidades por operador en las salas línea doble, no se diferenciaron en cuanto al promedio del número de puestos por lado; mientras que en las salas línea simple, el promedio del número de puestos por lado mostró un incremento notorio, asociado al aumento del número de unidades por operador.

5.5.3.5 Litros/hora/sala

La cantidad de leche producida en la sala es la principal fuente de ingresos de una empresa lechera (Reid y Stewart, 2007). Debido a ello, la evaluación de los rendimientos de las salas de ordeña debe incluir no sólo el número de vacas ordeñadas por hora (V/H/S TO y SD, V/H/O, V/H/U y V/H/P), sino también los rendimientos en términos de producción de leche por hora de ordeño, expresados en L/H/S, L/H/O u otro indicador, como litros/hora/puesto. En general, de acuerdo a lo señalado por Thomas (1994), el rendimiento V/H/S tendería a disminuir en la medida que aumente el nivel productivo, pero con ello se incrementaría el rendimiento en términos de L/H/S.

Para el total de casos en estudio, se obtuvo un promedio de 1.880,9 L/H/S (Cuadro 23). El promedio de este indicador de rendimiento alcanzó un valor más bajo en las salas línea simple, con respecto al encontrado en las salas línea doble: 1.831,3 y 1.980,3 L/H/S; respectivamente (Cuadro 24). La diferencia entre ambos promedios (149 L/H/S), indicaría un 8% de mayor rendimiento L/H/S para las salas línea doble, cuando se les compara con

todas las salas línea simple. Como se observa en el cuadro 25, la diferencia en el rendimiento L/H/S según el número de puestos por unidad (tipo de sala), no fue estadísticamente significativa.

Los CV del rendimiento L/H/S, calculados en base a los resultados que aparecen en el cuadro 24, alcanzaron a 34,7% (salas línea simple) y 24,2% (salas línea doble).

En la figura 36 se puede observar un incremento sostenido en la cantidad de leche cosechada por hora, tanto en las salas línea simple como en las línea doble, en la medida que éstas aumentan de tamaño. Los promedios para las salas línea simple alcanzaron a 1.188,5; 1.600,7; 2.129,2 y 2.364,8 L/H/S, en las instalaciones de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, respectivamente. De acuerdo a dichos resultados, al aumentar el tamaño de las salas línea simple, desde 9 o menos hasta 20 o más puestos por lado, este indicador de rendimiento se habría incrementado en 1.176,3 L/H/S, equivalente a un 99% de mayor rendimiento L/H/S. Los valores correspondientes a los promedios de este indicador de rendimiento en las salas línea doble fueron 1.518,3 L/H/S (9 o menos puestos por lado) y 2.236,9 L/H/S (10-14 puestos por lado). La diferencia entre ambos promedios (718,6 L/H/S), indicaría un 47% más de rendimiento L/H/S, para las salas línea doble de mayor tamaño.

Los resultados presentados en la figura 36 muestran también que a igual tamaño de sala, las salas línea doble aventajan notoriamente a las salas línea simple en términos de rendimiento L/H/S. Las diferencias entre ambos tipos de sala alcanzaron a 329,8 y 636,2 L/H/S, en las salas de 9 o menos y 10-14 puestos por lado; lo que representaría respectivamente un 28 y 40% de superioridad en rendimiento L/H/S para las salas línea doble.

La superioridad en rendimiento L/H/S de las salas línea doble respecto a las salas línea simple, podría estar dada porque a igual tamaño de la instalación, el primer tipo de sala tiene el doble de unidades, lo cual además de representar un mayor número de unidades disponibles, permitiría realizar una rutina de ordeña mucho más fluida que en las salas línea simple. Sin embargo, como ya se estableció, las salas línea simple aventajaron claramente a

las línea doble en términos de rendimiento V/H/U (Fig. 32). De hecho, los promedios para este indicador de rendimiento fueron 4,0 y 2,3 V/H/U más bajos en las salas línea doble, en comparación a los promedios correspondientes a las salas línea simple de 9 o menos y 10-14 puestos por lado, respectivamente; lo que equivaldría a un 48 y 37% menos de rendimiento V/H/U. El mayor rendimiento L/H/S de las salas línea doble en estos dos rangos de tamaño de sala, podría relacionarse con una superioridad potencial respecto a las salas línea simple, en lo referente a rendimiento V/H/P (Fig.34). Sin embargo, ello pudo verificarse sólo en las instalaciones de 10-14 puestos por lado y alcanzando una magnitud (29%), que sería insuficiente para explicar la superioridad en rendimiento L/H/S de las salas línea doble. En consecuencia, el efecto más importante sobre el rendimiento L/H/S, debería corresponder a diferencias en los niveles productivos de los rebaños ordeñados en ambos tipos de sala; hipótesis que es consistente con los valores de los promedios de producción diaria por vaca en las salas línea doble de 25,1 y 25,3 litros *versus* 19,6 y 23,4 litros en las salas línea simple, para los tramos de 9 o menos y 10-14 puestos por lado, respectivamente.

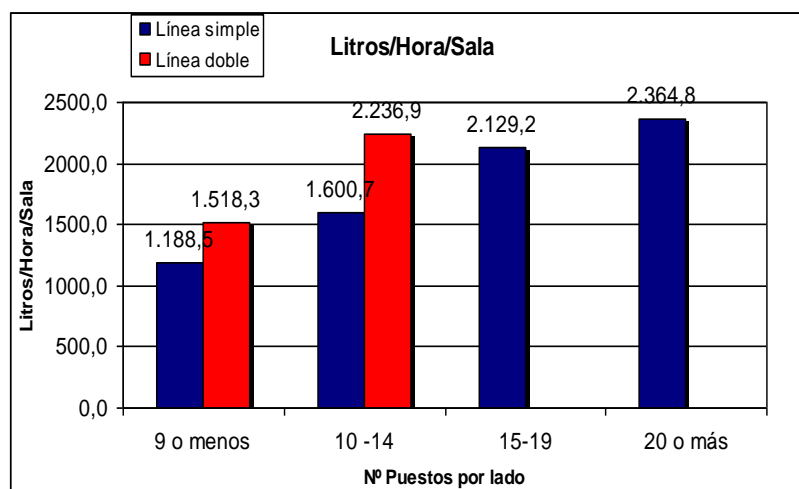


Figura 36. Promedios de rendimiento litros/hora/sala según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

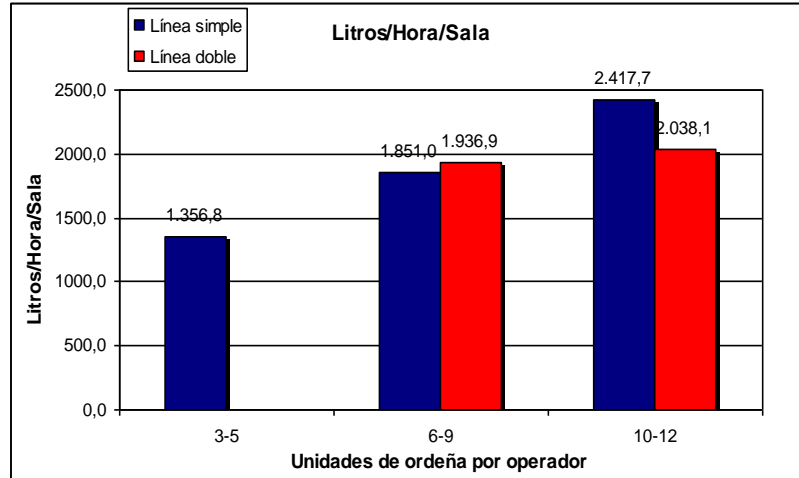


Figura 37. Promedios de rendimiento litros/hora/sala según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

En las salas línea simple, el rendimiento L/H/S también mostró una tendencia definida de aumento, al incrementarse el número de unidades por operador, como lo reflejan los promedios encontrados en las salas con 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador: 1.356,8; 1.851,0 y 2.417,7 L/H/S, respectivamente. La comparación entre los promedios de rendimiento L/H/S, correspondientes a las salas línea simple con 3-5 y 10-12 unidades por operador, revela un aumento de 1.061 L/H/S, lo que representaría un 78% de incremento en el rendimiento L/H/S. Esta tendencia no fue claramente evidente en el caso de las salas línea doble, que presentaron promedios similares para este indicador de rendimiento en los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador: 1.936,9 y 2.038,1 L/H/S, respectivamente (Fig. 37). Al igual que para los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD) y V/H/P, los rangos de número de unidades por operador en las salas línea doble, no se diferenciaron en sus promedios de número de puestos por lado, por lo que sus rendimientos L/H/S resultaron similares; mientras que en las salas línea simple, el promedio de puestos por lado aumentó notoriamente, asociado al incremento del número de unidades por operador.

Por otra parte, en la figura 37 no se aprecia una superioridad en el rendimiento L/H/S para las salas línea doble, cuando ambos tipos de sala se comparan dentro de los mismos rangos de número de unidades por operador. Así, en las instalaciones con 6-9 unidades por

operador, el promedio de las salas línea doble (1.936,9 L/H/S), resultó sólo levemente mayor que el promedio correspondiente a las salas línea simple (1.851,0 L/H/S); en tanto que en las con 10-12 unidades por operador, las salas línea simple tuvieron un promedio más elevado que el de las línea doble: 2.417,7 y 2.038,1 L/H/S, respectivamente. Esta última comparación muestra una diferencia de 379,6 L/H/S a favor de las salas línea simple, o un 19% de superioridad en el rendimiento L/H/S respecto a las salas línea doble.

Aparentemente, estos últimos resultados no serían consistentes con la superioridad en rendimiento L/H/S de las salas línea doble, evidenciada en el análisis comparativo con todas las salas línea simple (8% de mayor rendimiento L/H/S), aunque ello no se reflejó en diferencias estadísticamente significativas (Cuadros 35 y 36). Tampoco serían consistentes con los resultados de las comparaciones entre salas línea simple de tamaño equivalente: 28 y 40% de mayor rendimiento L/H/S, para las instalaciones con 9 o menos y 10-14 puestos por lado, respectivamente. Sin embargo, los resultados presentados en la figura 37 serían compatibles con los resultados recién señalados, puesto que en ambos rangos de número de unidades por operador, las salas línea simple presentaron un mayor tamaño que las salas línea doble: 15,7 y 9,9 puestos por lado, respectivamente (6-9 unidades por operador); 19,7 y 10,0 puestos por lado, respectivamente (10-12 unidades por operador). Por lo tanto, el mayor tamaño de las salas línea simple para ambos rangos de número de unidades por operador, explicaría que su rendimiento L/H/S haya sido superior al de las salas línea doble, pese a que los rebaños ordeñados en este último tipo de sala, eran de un nivel productivo más elevado que los ordeñados en las salas línea simple.

5.5.3.6 Litros/hora/ordeñador

Aunque está muy influenciado por el nivel productivo de las vacas (Armstrong y Quick, 1986) y otros factores, el rendimiento L/H/O es considerado un buen indicador de la eficiencia de utilización de la mano de obra en una sala (Schuring, 2007).

Se encontró un promedio de 946,9 L/H/O, para el total de salas evaluadas (Cuadro 23). Independientemente del tamaño de las salas y análogamente a lo descrito para el rendimiento V/H/O, este indicador de rendimiento tendió a ser más elevado en las salas línea simple que en las salas línea doble, alcanzado los promedios respectivos a 960,3 y 920,1 L/H/O (Cuadro 24). Sin embargo, la diferencia entre dichos promedios (40,2 L/H/O), indicaría sólo un 4% de superioridad en rendimiento L/H/O para las salas línea simple; cifra muy inferior al 25% de mayor rendimiento V/H/O observado para este tipo de sala, en comparación a las salas línea doble. No obstante, y en contraposición a la ausencia de un efecto significativo del tipo de sala sobre el rendimiento L/H/S (Cuadro 25) y al igual que en el caso del rendimiento V/H/O (Cuadro 25), la diferencia en el rendimiento L/H/O según el número de puestos por unidad (tipo de sala), fue estadísticamente significativa (Cuadro 25).

Como se señaló al analizar los resultados obtenidos en el total de salas, de todos los indicadores de rendimiento estudiados, el rendimiento L/H/O fue el que mostró una mayor variabilidad entre salas, de acuerdo a los valores de los CV calculados para cada uno de ellos (Cuadro 23). Al igual que para los demás indicadores de rendimiento, la variabilidad del rendimiento L/H/O fue mayor en las salas línea simple que en las línea doble, como se desprende de los CV calculados a partir de los resultados que aparecen en el cuadro 24: 40,6 y 32,4%, respectivamente.

En la literatura nacional no se encontraron antecedentes referentes a rendimiento L/H/O, exceptuando los aportados por Estévez y Marín (1991). El promedio 946,9 L/H/O (Cuadro 23), indicaría un rendimiento muy superior al compararlo con el promedio de 179,43 L/H/O determinado por dichos autores, también durante los ordeños de la tarde. Las diferencias en el rendimiento L/H/O entre ambos estudios, serían atribuibles a varios factores, entre lo cuales podrían identificarse el mayor tamaño de las salas evaluadas en el presente trabajo, el número más elevado de unidades por operador manejadas en estas salas y el nivel productivo más alto de los rebaños. Análogamente a lo observado en el presente estudio, Estévez y Marín (1991) no encontraron grandes diferencias entre los promedios de rendimiento L/H/O de salas de ordeña espina de pescado línea simple y línea doble: 180,21

y 184,38 L/H/O, respectivamente; aunque dichos autores analizaron los resultados sólo en términos descriptivos, lo que limita su comparación con los obtenidos en el presente estudio.

Los resultados obtenidos para el rendimiento L/H/O (Figs. 38 y 39), muestran bastante similitud con los encontrados al analizar el rendimiento V/H/O (Figs. 30 y 31). En las salas línea simple, el efecto de presión de sala sobre dichos indicadores de rendimiento, se manifestaría de manera más evidente en el análisis de sus relaciones con el número de unidades por operador que con el número de puestos por lado de las salas. En el caso de las salas línea doble, los resultados de ambos indicadores también mostrarían una situación coincidente, puesto que tanto el rendimiento L/H/O como el V/H/O no parecen estar relacionados con el tamaño de este tipo de sala, pero sí denotarían un efecto de presión de sala, asociado al incremento del número de unidades por operador.

Los resultados de Estévez y Marín (1991), también parecen mostrar un comportamiento distinto para el rendimiento L/H/O según el tipo de sala. Así, en las salas línea simple evaluadas por estos autores, los promedios de rendimiento L/H/O denotan una clara tendencia de aumento, al incrementarse el tamaño de estas salas desde 6 a 12 puestos por lado. En cambio, el incremento del tamaño de las salas línea doble, desde 4 a 8 puestos por lado, no se reflejó en una tendencia clara de aumento en este indicador de rendimiento.

El análisis descriptivo de este indicador de rendimiento según el tipo y tamaño de las salas, muestra un incremento de 469,2 L/H/O o un 71% más de rendimiento, al comparar los promedios de rendimiento L/H/O de las salas línea simple de mayor y menor rango de tamaño: 1.130,9 y 661,7 L/H/O, respectivamente; registrándose la mayor parte de este incremento al aumentar las salas línea simple desde 9 o menos a 10-14 puestos por lado. En cambio, en las salas línea doble, no se observa una diferencia importante entre los promedios de rendimiento L/H/O correspondientes a las instalaciones con 9 o menos y 10-14 puestos por lado: 923,0 y 918,5 L/H/O, respectivamente (Fig. 38).

Estos resultados guardan cierta analogía con los obtenidos para el rendimiento V/H/O (Fig. 30) y reflejarían claramente un efecto de presión de sala en las salas línea simple, asociado

al incremento de su tamaño. Como se destacó previamente, este tipo de sala se caracterizó por presentar un mayor tamaño que las salas línea doble (6-24 y 6-14 puestos por lado, respectivamente) y ser manejadas por menos ordeñadores, pudiendo ilustrarse la distinta carga de trabajo de ambos tipos de sala a través de los promedios de número de ordeñadores por sala, los cuales alcanzaron a 2,0 y 2,3; para instalaciones que en promedio presentaron 14,5 y 9,9 puestos por lado, respectivamente. La menor presión de trabajo que parece haber en las salas línea doble, en comparación a la que existiría en las salas línea simple, podría explicar que no se hayan encontrado diferencias aparentes en los promedios de rendimiento V/H/O (Fig.30) y L/H/O (Fig. 38), entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado.

Como se señaló al discutir los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/O, los promedios de número de unidades por operador, no reflejarían mayores diferencias en la presión de trabajo de los ordeñadores, entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado: 8,6 y 9,3 unidades por operador, respectivamente. Ello explicaría la similitud encontrada, tanto para los promedios de rendimiento V/H/O como L/H/O, entre los dos rangos de tamaño de las salas línea doble. En cambio, la tendencia de aumento de ambos indicadores de rendimiento observada en las salas línea simple, asociada al incremento del número de puestos por lado, se relacionaría también con un aumento notorio en los promedios de unidades por operador: 4,2; 6,5; 8,6 y 10,2 unidades por operador, para los rangos de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, respectivamente.

Por otra parte, las comparaciones de ambos tipos de sala para rangos de igual tamaño (Fig. 38), sólo mostrarían una superioridad en los promedios de rendimiento L/H/O de las salas línea doble respecto a las línea simple, en las instalaciones de 9 o menos puestos por lado: 923,0 y 661,7 L/H/O, respectivamente. La diferencia entre dichos promedios (261,3 L/H/O), representaría un 39% de mayor rendimiento L/H/O para las salas línea doble. En cambio, en las instalaciones con 10-14 puestos por lado, el promedio de las salas línea simple tendió a ser algo más elevado, en comparación al valor correspondiente a las salas línea doble: 981,3 y 918,5 L/H/O, respectivamente. La diferencia entre ambos promedios alcanzó a 62,8 L/H/O y equivaldría sólo a un 7% de mayor rendimiento L/H/O para las salas línea simple.

Los distintos resultados obtenidos en las comparaciones de los rendimientos L/H/O, entre salas línea simple y línea doble de igual tamaño, se explicarían principalmente por la gran diferencia de niveles productivos existente entre los rebaños ordeñados con ambos tipos de sala en el rango de 9 o menos puestos por lado. En este rango de tamaño, los promedios de producción por vaca alcanzaron a 19,6 y 25, 1 l/día, para las salas línea simple y línea doble, respectivamente; mientras que en el rango de 10-14 puestos por lado, la diferencia entre ambos promedios fue mucho menor: 23,4 y 25,3 l/día, respectivamente. Debido a ello, las diferencias en eficiencia de uso de la mano de obra entre ambos tipos de sala, en el rango de 9 o menos puestos por lado, se harían más evidentes cuando se analizan en términos de rendimientos L/H/O en lugar de rendimiento V/H/O (Figs. 30 y 38).

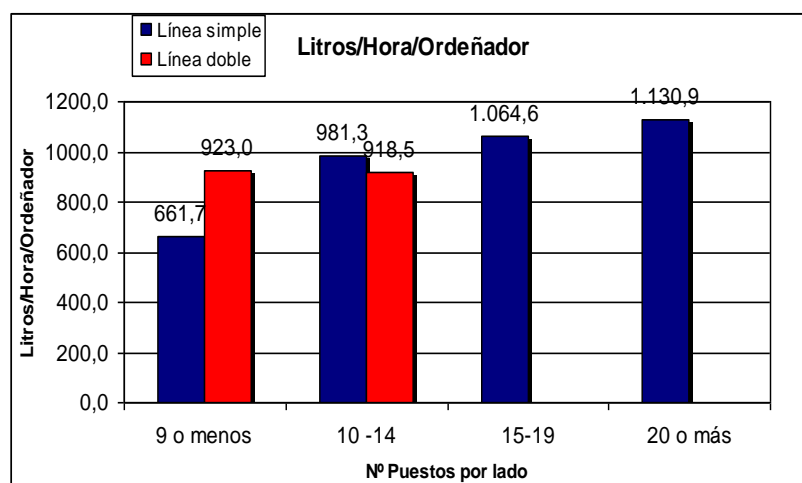


Figura 38. Promedios de rendimiento litros/hora/ordeñador según el número de puestos por lado y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

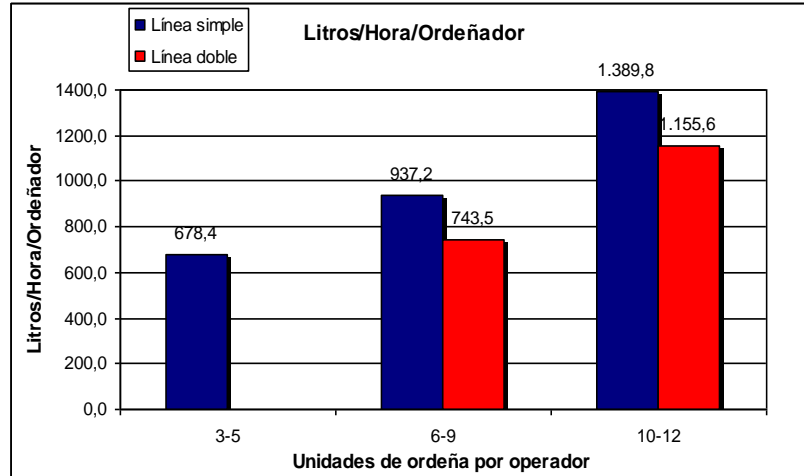


Figura 39. Promedios de rendimiento litros/hora/ordeñador según el número de unidades de ordeña por operador y el tipo de sala (línea simple y línea doble)

En la figura 39, puede observarse el fuerte aumento experimentado por el rendimiento L/H/O de las salas línea simple al incrementarse el número de unidades por operador, como lo reflejan los promedios de 670,0; 937,0 y 1.390,0 L/H/O, correspondientes a las salas línea simple con 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. De acuerdo a ello, las salas línea simple en que se manejan 10-12 unidades por operador, superarían en 720 L/H/O a aquellas con 3-5 unidades por operador, lo que corresponde aproximadamente al doble de rendimiento L/H/O (107%). Al igual que en el caso del rendimiento V/H/O (Fig. 31), y en contraposición con la ausencia de relación del rendimiento L/H/O con el número de puestos por lado de las salas línea doble (Fig.38), en este tipo de sala se comprobó la misma tendencia de aumento del rendimiento L/H/O, asociada al incremento del tamaño de las salas, desde un promedio de 743,5 hasta 1.155,6 L/H/O, para los rangos de 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente (Fig. 39). La comparación entre ambos promedios, mostraría una diferencia de 412 L/H/O a favor de las salas línea doble con 10-12 unidades por operador, equivalente a un 55% de superioridad en el rendimiento V/H/O, en relación a aquellas donde se manejan 6-9 unidades por operador.

Estos resultados indicarían que a medida que los operadores manejan más unidades, mejora no solamente el rendimiento V/H/O, sino también el rendimiento L/H/O, incrementándose los valores de estos dos indicadores de eficiencia de uso de la mano de obra en ambos tipos

de sala. Por lo tanto, el aumento del rendimiento L/H/O, asociado al incremento del número de unidades por operador, al igual que el rendimiento V/H/O, podría reflejar básicamente un efecto de mayor presión de trabajo, mientras más unidades tienen a su cargo los ordeñadores (Armstrong, 1992; Barry *et al.*, 1992; Armstrong *et al.*, 1994).

Al igual que en el caso del rendimiento V/H/O, el incremento del rendimiento L/H/O asociado al aumento del número de unidades por operador, también se relacionaría con un incremento del promedio de tamaño de las salas línea simple: 8,4; 15,7; y 19,7 puestos por lado, para los rangos de 3-5, 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. En cambio, el incremento del rendimiento L/H/O en las salas línea doble reflejaría un efecto directo de presión de sala, asociado al mayor número de unidades manejadas por los operadores, ya que los promedios de tamaño de estas salas fueron muy similares: 9,9 y 10,0 puestos por lado, para las salas con 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente.

Al comparar los rendimientos L/H/O entre salas con el mismo rango de unidades de ordeña por operador, se observa una situación similar a la descrita para el rendimiento V/H/O (Fig. 31), puesto que los promedios de rendimiento L/H/O también fueron más elevados en las salas línea simple que en las línea doble (Fig. 39), alcanzando respectivamente los siguientes valores: 937,2 y 743,5 L/H/O (6-9 unidades por operador); 1.389,8 y 1.155,6 L/H/O (10-12 unidades por operador). Las diferencias entre promedios indicarían 193,7 y 234,2 L/H/O a favor de las salas línea simple, lo que equivale a un 26 y 20% de mayor rendimiento L/H/O para este tipo de sala en relación a las línea doble, en las instalaciones donde se manejan 6-9 y 10-12 unidades por operador, respectivamente. Análogamente a lo establecido en la discusión de resultados obtenidos para el rendimiento V/H/O, estas diferencias en el rendimiento L/H/O se explicarían principalmente por el mayor tamaño de las salas línea simple respecto a la línea doble: 15,7 y 9,9 puestos por lado (6-9 unidades por operador), 19,7 y 10,0 puestos por lado (10-12 unidades por operador).

A modo de resumen, podría señalarse que el análisis descriptivo por tipo de sala, mostró un incremento de los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD) y L/H/S, asociado al aumento del número de puestos por lado, tanto en las salas línea simple como línea doble. El mismo tipo

de relación se observó para los rendimientos V/H/O y L/H/O sólo en las salas línea simple, ya que no hubo mayores diferencias en los promedios de ambos indicadores de rendimiento, entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado. Tampoco se encontró diferencias entre estos dos rangos de tamaño de las salas línea doble, para los rendimientos V/H/U y V/H/P, observándose una tendencia de descenso en los promedios de estos indicadores, con el aumento del número de puestos por lado de las salas línea simple (Figs. 26, 27, 30, 32, 34, 36 y 38).

A igual tamaño de sala, las salas línea doble superaron a las línea simple en términos de rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), sólo en las comparaciones de las instalaciones de 10-14 puestos por lado. El rendimiento L/H/S fue más elevado en las salas línea doble que en las línea simple, siendo la diferencia más evidente en las salas de 10-14 puestos por lado. También se comprobaron mayores rendimientos V/H/O y L/H/O para las salas línea doble, pero exclusivamente en las instalaciones de menor tamaño (9 o menos puestos por lado), tendiendo estos indicadores de rendimiento a ser más elevados en las salas línea simple de 10-14 puestos por lado. En cambio, las salas línea simple superaron ampliamente a las línea doble en rendimiento V/H/U, en los dos rangos de tamaño de sala estudiados. Por su parte, las salas línea doble aventajaron a las línea simple en términos de rendimiento V/H/P, diferencia que se observó sólo en las instalaciones de 10-14 puestos por lado (Figs. 26, 27, 30, 32, 34, 36 y 38).

Como se señaló al discutir los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/O, los promedios de número de unidades por operador, no indicarían mayores diferencias en la presión de trabajo de los ordeñadores, entre las salas línea doble de 9 o menos y 10-14 puestos por lado: 8,6 y 9,3 unidades por operador, respectivamente. Ello explicaría la similitud encontrada, tanto para los promedios de rendimiento V/H/O como L/H/O, entre los dos rangos de tamaño de las salas líneas doble. En cambio, la tendencia de aumento de ambos indicadores de rendimiento observada en las salas línea simple, asociada al incremento del número de puestos por lado, se relacionaría también con un aumento notorio en los promedios de unidades por operador: 4,2; 6,5; 8,6 y 10,2 unidades por operador, para los rangos de 9 o menos, 10-14, 15-19 y 20 o más puestos por lado, respectivamente.

El aumento del número de unidades por operador, se reflejó en un incremento de los promedios de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD) y L/H/S, sólo en las salas línea simple. Tampoco se encontró mayores diferencias en los rendimientos V/H/U y V/H/P entre las salas línea doble con 6-9 y 10-12 unidades por operador; observándose en cambio una tendencia de reducción en los promedios de estos indicadores, para el rango de más unidades por operador en las salas línea simple. El aumento del número de unidades por operador, se asoció a un claro incremento de los rendimientos V/H/O y L/H/O, tanto en las salas línea simple como línea doble (Figs. 28, 29, 31, 33, 35, 37 y 39).

Las comparaciones descriptivas entre ambos tipos de sala, dentro de los mismos rangos de unidades por operador (6-9 y 10-12), mostraron mayores rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U y L/H/O, para las salas línea simple respecto a las línea doble. El rendimiento L/H/S de las salas línea simple superó al de las línea doble, sólo en el rango de 10-12 unidades por operador. El único indicador en que las salas línea doble aventajaron a las línea simple, fue el rendimiento V/H/P (Figs. 28, 29, 31, 33, 35, 37 y 39).

5.6 Análisis del Efecto de los Factores Incluidos en el Análisis de Varianza Sobre los Indicadores de Rendimiento de las Salas

A continuación se presentan los resultados obtenidos al analizar estadísticamente el efecto de los factores número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y unidades por operador (UO), sobre cada uno de los indicadores de rendimiento evaluados en el total de las salas en estudio. Los resultados de este análisis se resumen en los cuadros 25 y 26.

Cuadro 25. Efecto del número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y unidades por operador (UO), sobre los rendimientos

	V/H/S (TO)		V/H/S (SD)		V/H/O		V/H/U		V/H/P		L/H/S		L/H/O	
	P	r2	P	r2	P	r2	P	r2	P	r2	P	r2	P	r2
modelo		60,5%		53,5%		60,2%		58,2%		59,4%		54,7%		68,7%
NPPL	< 0,001	33,3%	0,001	30,4%	0,197	6,0%	0,031	12,7%	0,015	15,0%	< 0,001	33,1%	0,094	6,6%
NPVD	0,002	18,4%	0,005	18,0%	0,009	13,3%	0,002	18,9%	< 0,001	27,6%	0,008	15,5%	0,001	16,5%
NPU	0,019	7,3%	0,087	4,4%	0,034	5,9%	< 0,001	23,2%	0,005	11,0%	0,064	5,1%	0,003	9,8%
UO	0,516	1,6%	0,749	0,7%	< 0,001	35,0%	0,264	3,5%	0,110	5,8%	0,713	0,9%	< 0,001	35,8%
error		39,5%		46,5%		39,8%		41,8%		40,6%		45,3%		31,3%

Cuadro 26. Rendimientos por rangos de número de puestos por lado (NPPL), nivel de producción por vaca/día (NPVD), número de puestos por unidad (NPU) y unidades por operador (UO)

		V/H/S (TO)		V/H/S (SD)		V/H/O		V/H/U		V/H/P		L/H/S		L/H/O	
		Prom.	DE	Prom.	DE	Prom.	DE	Prom.	DE	Prom.	DE	Prom.	DE	Prom.	DE
NPPL	≤ 9	62,5 c	10,0	68,1 c	10,6	36,0 a	11,3	6,6 a	2,4	4,2 a	0,7	1.325,9 c	345,8	770,6 a	324,7
	10-14	82,1 b	15,9	88,8 b	17,0	38,4 a	10,2	4,9 b	1,4	3,6 b	0,6	1.982,4 b	493,4	943,6 a	404,7
	15-19	103,3 a	24,7	114,3 a	25,8	51,7 a	12,3	6,0 ab	1,2	3,0 bc	0,6	2.129,2 a	355,3	1.064,6 a	177,6
	≥ 20	117,5 a	34,8	125,0 a	40,3	55,9 a	20,0	5,4 ab	1,5	2,7 c	0,8	2.364,8 a	714,8	1.130,9 a	418,6
NPVD	≤ 18	100,9 a	32,6	110,5 a	36,0	51,5 a	16,4	6,9 a	1,8	3,8 a	0,9	1.634,8 b	569,6	829,1 b	274,2
	19-24	82,1 b	26,8	87,3 b	26,1	38,7 b	12,8	5,8 b	1,8	3,4 b	0,9	1.766,8 b	699,5	831,2 b	335,9
	≥ 25	76,2 b	17,4	83,4 b	20,4	39,0 b	11,2	4,6 b	1,1	3,5 b	0,7	2.181,9 a	369,3	1.136,7 a	377,0
NPU	1	80,1 b	17,8	85,4 a	19,5	36,9 b	9,1	4,1 b	0,5	4,1 a	0,5	1.980,3 a	479,6	920,1 b	298,3
	2	89,1 a	31,2	97,6 a	33,5	46,1 a	15,9	6,5 a	1,7	3,3 b	0,8	1.831,3 a	635,4	960,3 a	390,2
UO	3-5	63,0 a	8,4	68,4 a	7,8	31,5 c	4,2	7,6 a	1,3	3,8 a	0,6	1.356,8 a	423,0	678,4 c	211,5
	6-9	88,9 a	24,2	97,9 a	26,2	41,9 b	13,9	5,4 a	1,8	3,4 a	0,9	1.882,3 a	512,0	866,8 b	223,6
	10-12	96,3 a	33,8	102,3 a	37,5	52,9 a	14,3	4,9 a	1,3	3,5 a	0,9	2.227,9 a	579,8	1.272,7 a	418,6

a,a: Letras iguales en columnas para un mismo factor indican ausencia de diferencias significativas ($P > 0,05$)

a,b, c: Letras distintas en columnas para un mismo factor indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

5.6.1 Vacas/Hora/Sala, en base al tiempo de ordeño: V/H/S (TO)

Los resultados presentados en el cuadro 25, demuestran que el rendimiento V/H/S (TO) resultó afectado significativamente por los factores NPPL ($P < 0,001$), NPVD ($P = 0,002$) y NPU ($P = 0,019$). No se encontró un efecto significativo de las UO sobre esta variable de rendimiento ($P = 0,516$).

Como se observa en el cuadro 25, el modelo estadístico utilizado explicaría el 60,5% de la variación total del rendimiento en términos de V/H/S (TO). De los factores incluidos en el análisis del rendimiento V/H/S (TO), el más importante es el NPPL, ya que explicaría el 33,3% de la variación de este indicador de rendimiento, contribuyendo a ello en menor medida el NPVD y el NPU: 18,4 y 7,3%, respectivamente.

De los resultados que aparecen en el cuadro 26, se desprende que el rendimiento V/H/S (TO) aumentó significativamente al incrementarse el NPPL de las salas, desde 6-9 puestos por lado hasta 10-14 y 15-19 puestos por lado: 62,5; 82,1 y 103,3 V/H/S (TO), respectivamente. El incremento del tamaño de las salas hasta el rango de 20-24 puestos por lado, no se reflejó en un aumento significativo ($P > 0,05$), del indicador de rendimiento V/H/S (TO). El promedio obtenido para este indicador de rendimiento, disminuyó significativamente de 100,9 a 82,1 V/H/S (TO), al aumentar el NPVD desde el rango 13,0-18,0 l al de 19,0-24,0 l, pero no al alcanzar el rango de mayor producción por vaca/día (25,0-35,6 l), ($P > 0,05$). Las salas con un puesto por unidad (línea doble), mostraron un rendimiento significativamente menor en términos de rendimiento V/H/S (TO), en comparación con las salas de dos puestos por unidad (línea simple): 80,1 y 89,1 V/H/S (TO), respectivamente. Aunque el promedio de rendimiento V/H/S (TO), mostró una clara tendencia de aumento con el incremento de las UO, este factor no se relacionó significativamente con dicho indicador de rendimiento ($P > 0,05$).

5.6.2 Vacas/Hora/Sala, en base al tiempo sin distracciones: V/H/S (SD)

Al analizar el efecto de los factores incorporados al modelo de varianza (Cuadro 25), se comprobó que el indicador de rendimiento V/H/S (SD) fue afectado significativamente por los factores NPPL ($P = 0,001$) y NPVD ($P = 0,005$). En contraposición a lo encontrado para el rendimiento V/H/S (TO), no se observó un efecto significativo del NPU sobre el rendimiento V/H/S (SD), ($P = 0,087$). Al igual que para el rendimiento expresado en V/H/S (TO), el rendimiento en términos de V/H/S (SD) no resultó afectado significativamente por las UO ($P = 0,749$).

El modelo utilizado explicaría el 53,5% de la variación del rendimiento V/H/S (SD). El factor que afectaría mayormente este indicador de rendimiento sería el NPPL (30,4%), representando el NPVD el 18,0% de la variación explicada por el modelo (Cuadro 25).

Los resultados presentados en el cuadro 26, muestran un aumento significativo del número de V/H/S (SD), al incrementarse el NPPL de las salas, de ≤ 9 a 10-14 y 15-19 puestos por lado: 68,1; 88,8 y 114,3 V/H/S (SD), respectivamente. El incremento posterior del tamaño de las salas (≥ 20 puestos por lado), no se manifestó en un aumento significativo del indicador de rendimiento V/H/S (SD), ($P > 0,05$). El promedio de este indicador de rendimiento disminuyó significativamente, de 110,5 a 87,3 V/H/S (SD), con el aumento del NPVD desde ≤ 18 l a 19-24 l, pero no al alcanzar el rango de mayor producción por vaca/día (≥ 25 l), ($P > 0,05$). Las salas con un puesto por unidad, mostraron un rendimiento menor en términos de rendimiento V/H/S (SD), en comparación a las salas de dos puestos por unidad: 85,4 y 97,6 V/H/S (SD), respectivamente, pero esta diferencia de rendimiento según tipo de sala no alcanzó significancia estadística ($P > 0,05$). El factor UO no se relacionó significativamente con el rendimiento V/H/S (SD), ($P > 0,05$); observándose para este indicador de rendimiento la misma tendencia de aumento descrita para el rendimiento V/H/S (TO), al incrementarse las UO.

5.6.3 Vacas/Hora/Ordeñador: V/H/O

Como se observa en el cuadro 25, el rendimiento V/H/O fue afectado significativamente por los factores NPVD ($P = 0,009$), NPU ($P = 0,034$) y UO ($P < 0,001$). En contraposición a lo encontrado para los rendimientos V/H/S (TO y SD), el NPPL no ejerció un efecto estadísticamente significativo sobre este indicador de rendimiento ($P = 0,197$).

El modelo estadístico explicaría el 60,2% de la variación del indicador de rendimiento V/H/O. A diferencia de lo observado en los análisis de los rendimientos V/H/S (TO y SD), el factor UO afectó significativamente el rendimiento V/H/O, constituyendo el principal factor que explicaría la variación de este indicador de rendimiento (35,0%), contribuyendo a ello en menor medida el NPVD y NPU: 13,3 y 5,9%; respectivamente (Cuadro 25).

El análisis de este indicador de rendimiento según el nivel productivo de las vacas (Cuadro 26), demostró un descenso de 51,5 a 38,7 en el promedio de rendimiento V/H/O, al aumentar el NPVD desde ≤ 18 l a 19-24 l, sin observarse diferencias entre el promedio de rendimiento V/H/O correspondiente a este último rango y el del tramo de mayor NPVD (≥ 25 l), ($P > 0,05$). En general, la relación inversa observada entre este indicador de rendimiento y el NPVD, sería compatible con lo señalado por Armstrong y Quick (1986), en el sentido que el rendimiento V/H/O disminuye al incrementarse el nivel productivo de las vacas.

Las salas espina de pescado de dos puestos por unidad, mostraron un rendimiento V/H/O significativamente mayor, en comparación a las de un puesto por unidad: 46,1 y 36,9 V/H/O, respectivamente; resultado que reflejaría el mayor tamaño de las salas línea simple respecto a las línea doble (Cuadro 3). Como se señaló, el factor UO fue el que afectó en mayor medida el rendimiento V/H/O, verificándose un notorio incremento en este indicador de rendimiento, en la medida que los ordeñadores manejaban más unidades, pudiendo establecerse diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de rendimiento V/H/O de los tres rangos de UO analizados: 31,5; 41,9 y 52,9 V/H/O; para las salas con 3-5, 6-9 y 10-12 UO, respectivamente (Cuadro 26).

5.6.4 Vacas/Hora/Unidad: V/H/U

A diferencia de los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/O, el factor UO no ejerció un efecto estadísticamente significativo sobre el indicador de rendimiento V/H/U ($P = 0,264$). El rendimiento V/H/U fue afectado significativamente por los demás factores incluidos en el modelo estadístico: NPPL ($P = 0,031$), NPVD ($P = 0,002$) y NPU ($P < 0,001$), (Cuadro 25).

El modelo estadístico explicaría el 58,2% de la variación del rendimiento V/H/U. Como ya se señaló, a diferencia de lo descrito para el rendimiento V/H/O, el factor UO no afectó significativamente el rendimiento V/H/U. El factor que explicaría en mayor medida la

variación del indicador de rendimiento V/H/U fue el NPU (23,2%), contribuyendo también a ello el NPVD y NPPL: 18,9 y 12,7%; respectivamente (Cuadro 25).

Como se observa en el cuadro 26, al igual que para los indicadores de rendimiento V/H/S (TO y SD) y V/H/O, se encontró una relación negativa y estadísticamente significativa entre el rendimiento V/H/U y el NPVD; detectándose también diferencias significativas sólo entre el promedio de 6,9 V/H/U, correspondiente al rango de menor producción (≤ 18 l), en comparación a los promedios de 5,8 V/H/U (19-24 l) y 4,6 V/H/U (≥ 25 l). Los resultados presentados en el cuadro 26, corroborarían el importante efecto que ejerce el tipo de sala sobre el rendimiento V/H/U, considerando que además de la diferencia altamente significativa observada entre ambos tipos de sala para este indicador de rendimiento (Cuadro 25), el promedio de 6,5 V/H/U de las salas con dos puestos por unidad superó en un 59% al promedio de 4,1 V/H/U, correspondiente a las salas con un puesto por unidad. Este resultado es consistente con lo señalado en la literatura, en el sentido que las salas línea simple son más eficientes que las salas línea doble, en lo referente a rendimiento V/H/U, debido principalmente al menor tiempo ocioso de la unidad de ordeña que caracteriza al primer tipo de sala (Whipp, 1992).

Debido al rendimiento V/H/U notoriamente más bajo de las salas línea doble respecto a las línea simple, y que las primeras estaban representadas sólo en los dos rangos menores de tamaño de sala (Fig. 32), no habría sido posible observar una relación clara entre este indicador de rendimiento y el tamaño de las salas, independientemente de su tipo. Al aumentar el tamaño de las salas desde ≤ 9 a 10-14 NPPL, el rendimiento V/H/U disminuyó en forma notoria y estadísticamente significativa, de 6,6 a 4,9 V/H/U; registrándose un incremento en el promedio de este indicador de rendimiento, en las salas de 15-19 NPPL, con un descenso posterior en las salas de ≥ 20 NPPL. Sin embargo, los promedios correspondientes a estos dos rangos de tamaño de sala, no se diferenciaron estadísticamente entre si, ni de los obtenidos en las salas de 10-14 NPPL y en las de ≤ 9 NPPL ($P > 0,05$), (Cuadro 26).

5.6.5 Vacas/Hora/Puesto: V/H/P

En términos generales, los resultados obtenidos en el análisis estadístico de los factores que afectan el rendimiento V/H/P (Cuadro 25), fueron similares a los descritos para el rendimiento V/H/U. Es decir, el indicador de rendimiento V/H/P se vio influenciado significativamente por las variables NPPL ($P = 0,015$), NPVD ($P < 0,001$) y NPU ($P = 0,005$), pero no por la variable UO ($P = 0,110$).

El modelo estadístico utilizado explicaría el 59,4% de la variación del rendimiento V/H/P. A diferencia de observado para el rendimiento V/H/U, el cual dependería principalmente del NPU, el factor que explicaría mayormente la variación del rendimiento V/H/P fue el NPVD (27,6%), contribuyendo adicionalmente a ello y en similar magnitud los factores NPPL (15,0%) y NPU (11,0%), (Cuadro 25).

Los resultados presentados en el cuadro 26 indican una relación inversa entre el tamaño de las salas y el rendimiento V/H/P, posiblemente porque las diferencias encontradas para este indicador de rendimiento por tipo de sala, no fueron tan evidentes como las observadas para el rendimiento V/H/U (Figs. 32 y 34). Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre el promedio de 4,2 V/H/P de las instalaciones con ≤ 9 NPPL, y los promedios correspondientes a las salas con 10-14, 15-19 y ≥ 20 NPPL: 3,6; 3,0 y 2,7 V/H/P, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas al comparar el rendimiento V/H/P de las salas de 10-14 NPPL con las de 15-19 NPPL ($P > 0,05$), pero sí en relación al rendimiento V/H/P de las salas más grandes (≥ 20 puestos por lado). La comparación entre los dos rangos más altos de NPPL, no mostró diferencias significativas en el rendimiento V/H/P ($P > 0,05$). El factor NPVD también se relacionó inversamente con el indicador de rendimiento V/H/P, estableciéndose diferencias significativas al comparar el promedio de 3,8 V/H/P (NPVD ≤ 18 l), con los valores correspondientes a los niveles productivos medio (19-24 l) y superior (≥ 25 l), los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí: 3,4 y 3,5 V/H/P, respectivamente ($P > 0,05$). Contrariamente a lo descrito para el indicador de rendimiento V/H/U, el promedio de rendimiento V/H/P fue

significativamente mayor en las salas con un puesto por unidad, respecto a las salas con dos puestos por unidad: 4,1 y 3,3 V/H/P, respectivamente.

Este último resultado corroboraría lo evidenciado en el análisis descriptivo de los indicadores de rendimiento, en cuanto a que las salas línea doble son más eficientes que las salas línea simple, en lo concerniente a rendimiento V/H/P. La superioridad del primer tipo de sala en lo referente a este indicador de rendimiento alcanzó en promedio a 24%, magnitud que sería inferior comparada con el 59% de mayor rendimiento V/H/U, que exhibieron en promedio las salas línea simple con respecto a las salas línea doble.

5.6.6 Litros/Hora/Sala: L/H/S

Como se observa en cuadro 25, el rendimiento L/H/S sólo fue afectado significativamente por los factores NPPL ($P = < 0,001$) y NPVD ($P = 0,008$), resultados que se encontrarían dentro de lo esperable, dado que este indicador de rendimiento debería reflejar fundamentalmente el tamaño de las salas y el nivel productivo de las vacas. El NPU tendió a relacionarse con el rendimiento L/H/S ($P = 0,064$), mientras que el factor UO no mostró ninguna relación con dicho indicador de rendimiento ($P = 0,713$).

Del cuadro 25 se desprende que el modelo estadístico explicaría el 54,7% de la variación del rendimiento L/H/S. Este indicador de rendimiento se vería afectado principalmente por el NPPL, siendo influenciado también de manera importante por el NPVD, factores que explicarían el 33,1 y 15,5% de su variación, respectivamente.

Los promedios de rendimiento L/H/S muestran un aumento evidente, a medida que se incrementa el rango de tamaño de las salas (Cuadro 26), estableciéndose diferencias estadísticamente significativas para este indicador de rendimiento entre las salas más pequeñas (1.325,9 L/H/S) y los demás rangos de tamaño de sala: 1.982,4; 2.129,2 y 2.364,8 L/H/S; para las instalaciones de 10-14, 15-19 y ≥ 20 puestos por lado, respectivamente. Los promedios de rendimiento L/H/S de las instalaciones con 15-19 y ≥ 20 puestos por lado, superaron significativamente al promedio determinado en las salas de 10-14 puestos por

lado, sin diferenciarse estadísticamente entre sí a este respecto ($P > 0,05$). El rendimiento promedio L/H/S también aumentó asociado al incremento del NPVD: 1.634,8; 1.766,8 y 2.181,9 L/H/S, en los rebaños con un NPVD ≤ 18 , 19-24 y ≥ 25 l, respectivamente; pudiendo determinarse diferencias estadísticamente significativas sólo entre el rango de mayor nivel productivo, y los rangos productivos bajo y medio. El rendimiento L/H/S tendió a ser levemente mayor en las instalaciones con un puesto por unidad, probablemente porque los rebaños ordeñados en estas salas (línea doble), son de un nivel productivo más alto que los ordeñados en las salas con dos puestos por unidad (línea simple), como lo revelan sus correspondientes promedios de NPVD: 25,2 y 21,2 l; respectivamente.

5.6.7 Litros/Hora/Ordeñador: L/H/O

Los resultados que aparecen en el cuadro 25, demuestran efectos estadísticamente significativos sobre el indicador de rendimiento L/H/O, para los factores NPVD ($P = 0,001$), NPU ($P = 0,003$) y UO ($P < 0,001$). No se encontró relación entre el rendimiento L/H/O y el factor NPPL ($P = 0,094$).

El modelo de análisis estadístico explicaría un 68,7% de la variación del rendimiento L/H/O. Este indicador de rendimiento se vería influenciado en orden decreciente de importancia por los factores UO, NPVD y NPU, los cuales contribuirán respectivamente a explicar un 35,8; 16,5 y 9,8% de su variación. Estos resultados muestran una situación distinta a la encontrada para el rendimiento L/H/S, donde el modelo estadístico explicaría una proporción menor de la variación de dicho indicador de rendimiento (54,7%), probablemente porque sólo se asoció significativamente con dos de los factores incluidos en el modelo (NPPL y NPVD). En cambio, el rendimiento L/H/O se relacionó significativamente con los factores UO y NPU, además del factor NPVD, pero no con el NPPL; factor que sí incidiría de manera importante en el rendimiento L/H/S (Cuadro 25).

Análogamente a los promedios de rendimiento V/H/O, en el cuadro 26 se puede observar que los promedios de rendimiento L/H/O tendieron a aumentar con el incremento del tamaño de las salas, pero la relación de este indicador de rendimiento con el número de

puestos por lado de las salas tampoco fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$). Los resultados del análisis descriptivo de ambos indicadores de rendimiento, indicarían que tanto el rendimiento V/H/O como L/H/O muestran una clara tendencia de aumento, a medida que se incrementa el tamaño de las salas línea simple, tendencia que no se observaría en las salas línea doble (Figs. 30 y 38).

Como era de esperar y según lo señalado en la literatura (Bickert y Armstrong, 1978), el rendimiento L/H/O se incrementó al aumentar el NPVD, obteniéndose promedios de 829,1; 831,2 y 1.136,7 L/H/O, para los NPVD ≤ 18 , 19-24 y ≥ 25 l, respectivamente; encontrándose diferencias estadísticamente significativas, sólo al comparar el rango más elevado de producción con los rangos bajo y medio. En promedio, y a diferencia de lo observado para el indicador de rendimiento L/H/S, las salas línea simple mostraron un rendimiento L/H/O significativamente mayor (960,3 L/H/O), en comparación a la línea doble (920,1 L/H/O); aunque la diferencia fue pequeña (40,2 L/H/O) y representó sólo una superioridad de 4% en este indicador de rendimiento para el primer tipo de sala. Los resultados, corroborarían además lo señalado en la literatura (Bickert y Armstrong, 1978; Armstrong *et al.*, 1994), en cuanto al notable efecto que ejerce el incremento en el número de unidades manejadas por cada operador sobre el rendimiento L/H/O, asociado al aumento del rendimiento V/H/O, determinándose promedios de 678,4; 866,8 y 1.272,7 L/H/O; los cuales fueron significativamente diferentes entre sí, para las salas donde cada operador manejaba entre 3-5, 6-9 y 10-12 unidades, respectivamente (Cuadro 26).

5.7 Correlaciones entre los Indicadores de Rendimiento de las Salas y los Tiempos de Rutina de Trabajo de los Ordeñadores

En el cuadro 27 se presentan los valores de los coeficientes de correlación, con los correspondientes niveles de significancia, determinados en los análisis de correlación simple entre cada uno de los indicadores de rendimiento de las salas evaluadas en el presente estudio y los distintos tiempos que componen la rutina de trabajo de los ordeñadores.

Cuadro 27. Coeficientes de correlación entre los indicadores de rendimiento de las salas y los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores

	V/H/S (TO)		V/H/S (SD)		V/H/O		V/H/U		V/H/P		L/H/S		L/H/O	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
Entrada	-0,36	0,021	-0,33	0,034	-0,49	0,001	0,05	0,751	-0,11	0,471	-0,38	0,013	-0,47	0,002
Preparación	-0,58	< 0,001	-0,58	< 0,001	-0,79	< 0,001	-0,26	0,101	-0,23	0,138	-0,37	0,016	-0,54	< 0,001
Colocación	-0,43	0,004	-0,41	0,008	-0,53	< 0,001	0,14	0,374	-0,34	0,028	-0,40	0,009	-0,46	0,002
Recolocación	-0,23	0,140	-0,24	0,119	-0,26	0,097	-0,35	0,024	-0,14	0,368	-0,08	0,637	-0,08	0,632
Postdipping	-0,37	0,016	-0,40	0,009	-0,54	< 0,001	-0,36	0,019	0,26	0,102	-0,07	0,653	-0,27	0,088
Salida	-0,29	0,061	-0,31	0,044	-0,55	< 0,001	-0,21	0,191	-0,01	0,929	-0,23	0,148	-0,47	0,002
TRTe	-0,63	< 0,001	-0,62	< 0,001	-0,87	< 0,001	-0,22	0,158	-0,20	0,207	-0,44	0,004	-0,64	< 0,001
TM	-0,37	0,015	-0,39	0,011	-0,55	< 0,001	-0,07	0,680	0,26	0,094	-0,22	0,154	-0,42	0,006
TO	-0,32	0,039	-0,34	0,028	-0,51	0,001	-0,42	0,005	0,26	0,097	-0,03	0,865	-0,24	0,126
TO + TM/TRTe	-0,18	0,264	-0,20	0,215	-0,26	0,102	-0,16	0,318	0,46	0,002	-0,05	0,744	-0,17	0,277

5.7.1 Correlaciones entre vacas/hora/sala (TO) y los tiempos de rutina de trabajo

El rendimiento V/H/S (TO) se correlacionó negativamente con todos los tiempos que conforman el TRTe, al igual que con el TM y TO, y la suma de ambos tiempos respecto al TRTe. La correlación de este indicador de rendimiento con el TRTe fue elevada y altamente significativa ($r = - 0,63$; $P < 0,001$); lo que indicaría que en la medida que aumenta el TRTe, disminuye el número de V/H/S (TO). Esta relación se explicaría principalmente por el alto valor del coeficiente determinado para la correlación entre el indicador de rendimiento V/H/S (TO) y el tiempo de preparación preordeño ($r = - 0,58$; $P < 0,001$). Las correlaciones del número de V/H/S (TO) con los tiempos de colocación, dipping postordeño y entrada de vacas a la sala, también fueron estadísticamente significativas, pero reflejarían un menor grado de asociación para dichas variables, en comparación a la encontrada entre el tiempo de preparación y el rendimiento V/H/S (TO): $- 0,43$ ($P = 0,004$); $- 0,37$ ($P = 0,016$) y $- 0,36$ ($P = 0,021$), respectivamente. Los tiempos de salida de las vacas de la sala y de recolocación de unidades, no se relacionaron significativamente con el número de V/H/S (TO), ($P > 0,05$), (Cuadro 27).

Como se mencionó, el rendimiento V/H/S (TO) se relacionó negativamente y en forma significativa con el TM ($r = - 0,37$; $P = 0,015$) y con el TO ($r = - 0,32$; $P = 0,039$). Aún

cuando ambos coeficientes indicarían un nivel medio de correlación, no se encontró una relación estadísticamente significativa ($P > 0,05$), entre el indicador de rendimiento V/H/S (TO) y la proporción $TO + TM/TRTe$ (Cuadro 27).

5.7.2 Correlaciones entre vacas/hora/sala (SD) y los tiempos de rutina de trabajo

Al igual que para el indicador de rendimiento V/H/S (TO) y como sería esperable, el rendimiento V/H/S (SD) se asoció negativamente con el TRTe, exhibiendo un valor similar para el coeficiente de correlación ($r = - 0,62$; $P < 0,001$). Los resultados obtenidos para los análisis de correlación entre este indicador de rendimiento y los tiempos que conforman el TRTe, fueron muy parecidos a los descritos para rendimiento V/H/S (TO), con excepción del encontrado para el tiempo de salida de la sala, el cual sí mostró una relación estadísticamente significativa con el indicador de rendimiento V/H/S (SD). La relación entre este indicador y el TRTe, también se explicaría fundamentalmente por el elevado coeficiente determinado para la correlación con el tiempo de preparación ($r = - 0,58$; $P < 0,001$). Las correlaciones del rendimiento V/H/S (SD) con los tiempos de colocación, dipping postordeño, entrada y salida de vacas, fueron estadísticamente significativas, indicando un menor grado de asociación para dichas variables, con respecto a la encontrada entre el tiempo de preparación y el rendimiento V/H/S (SD): $- 0,41$ ($P = 0,008$); $- 0,40$ ($P = 0,009$); $- 0,33$ ($P = 0,034$) y $- 0,31$ ($P = 0,044$), respectivamente. El tiempo de recolocación de unidades, no se relacionó significativamente con el número de V/H/S (SD), ($P > 0,05$), (Cuadro 27).

Los resultados obtenidos al analizar la relación del indicador de rendimiento V/H/S (SD), con el TM, TO y $TO + TM/TRTe$, muestran la misma situación descrita al analizar la relación de estas variables con el indicador V/H/S (TO). Es decir, el rendimiento V/H/S (SD) se relacionó significativamente con el TM ($r = - 0,39$; $P = 0,011$) y el TO ($r = - 0,34$; $P = 0,028$), pero no con la suma de ambos tiempos respecto al TRTe, ($P > 0,05$), (Cuadro 27).

De estos últimos resultados, se desprende que aún cuando el valor de los coeficientes de correlación no fue muy elevado, un aumento excesivo del TM y el TO podrían reducir de

manera importante los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD). Sin embargo, el incremento de la proporción $TO + TM/TRTe$, no se traduciría en una disminución del número de vacas ordeñadas en la sala durante una hora.

5.7.3 Correlaciones entre vacas/hora/ordeñador y los tiempos de rutina de trabajo

El indicador de rendimiento V/H/O, también mostró una asociación significativa y negativa con el TRTe y con la mayoría de los tiempos que lo conforman, pero los valores de los coeficientes de correlación indicarían, en general, una relación más estrecha que la descrita para los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD). Como se observa en el cuadro 27, el coeficiente de correlación entre el rendimiento V/H/O y el TRTe fue $-0,87$ ($P < 0,001$), determinado principalmente por la elevada correlación existente entre dicho indicador de rendimiento y el tiempo de preparación ($r = -0,79$; $P < 0,001$). Aunque fueron menores, los coeficientes de correlación entre el rendimiento V/H/O y los tiempos de entrada, colocación, dipping postordeño y salida de las vacas, presentaron valores relativamente elevados y altamente significativos: $-0,49$ ($P = 0,001$); $-0,53$ ($P < 0,001$); $-0,54$ ($P < 0,001$) y $-0,55$ ($P < 0,001$), respectivamente. Al igual que en los casos del rendimiento V/H/S (TO) y V/H/S (SD), la relación entre el rendimiento V/H/O con el tiempo de recolocación, no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$), (Cuadro 27).

En consecuencia, si se quisiera aumentar la eficiencia en términos del número de vacas ordeñadas por cada operador durante una hora, sería necesario reducir el TRTe, particularmente el tiempo de preparación preordeño, a lo cual contribuiría también una disminución en los tiempos de entrada, colocación de unidades, dipping postordeño y salida de las vacas. La modificación del tiempo de recolocación de las unidades, no incidiría mayormente en el rendimiento V/H/O.

Análogamente a lo observado al analizar los rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), se encontró una relación negativa y significativa del rendimiento V/H/O con el TM y el TO, aunque en el caso de este último indicador de rendimiento, los coeficientes de correlación fueron algo mayores: $-0,55$ ($P < 0,001$) y $-0,51$ ($P = 0,001$), respectivamente. La relación

entre el rendimiento V/H/O y la proporción de TO + TM con respecto al TRTe, tampoco resultó estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

5.7.4 Correlaciones entre vacas/hora/unidad y los tiempos de rutina de trabajo

Los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/U, mostraron relaciones negativas de este indicador con el TRTe y todos sus componentes, con excepción de los tiempos de entrada y colocación de unidades. No obstante, como se observa en el cuadro 27, y en contraposición a lo encontrado para los indicadores de rendimiento descritos previamente, la mayoría de estas relaciones no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$), comprobándose sólo una asociación negativa y significativa del rendimiento V/H/U con los tiempos de recolocación de unidades y dipping postordeño: $- 0,35$ ($P = 0,024$) y $- 0,36$ ($P = 0,019$), respectivamente.

De acuerdo a los resultados que aparecen en el cuadro 27, el rendimiento V/H/U no se vería afectado significativamente por el TM ($P > 0,05$), pero sí por el TO ($r = - 0,42$; $P = 0,005$). Tampoco se encontró relación entre las V/H/U y la proporción TO + TM/TRTe ($P > 0,05$). Estos resultados coincidirían parcialmente con los obtenidos para los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD) y V/H/O, los cuales muestran relaciones negativas y significativas de estos indicadores tanto con el TM como con el TO.

5.7.5 Correlaciones entre vacas/hora/puesto (turnos por hora), y los tiempos de rutina de trabajo

Los resultados de los análisis de correlación entre el rendimiento V/H/P, con el TRTe y los tiempos que lo conforman, mostraron cierta analogía con los obtenidos para el rendimiento V/H/U. El rendimiento V/H/P no se relacionó significativamente con el TRTe y la mayor parte de sus componentes ($P > 0,05$), pero en el caso de este indicador de rendimiento, se observó una relación positiva con el dipping postordeño, la cual no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$). Sólo se encontró una relación significativa entre el rendimiento V/H/P y el tiempo de colocación de las unidades, relación que sugiere que este indicador de

rendimiento disminuiría en la medida que aumenta el tiempo de colocación de unidades ($r = -0,34$; $P = 0,028$), (Cuadro 27).

Los análisis de correlación del rendimiento V/H/P con el TM, TO y TO + TM/TRTe, mostraron resultados completamente distintos a los obtenidos al analizar los indicadores de rendimiento V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O y V/H/U. De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 27, el rendimiento V/H/P tendería a incrementarse en la medida que aumenten el TM y el TO. Sin embargo, ninguna de estas correlaciones alcanzó a ser estadísticamente significativa ($P > 0,05$), lo que si ocurrió para la correlación entre el rendimiento V/H/P y la proporción del TO + TM con respecto al TRTe ($r = 0,46$; $P = 0,002$).

Este último resultado no mostraría una relación positiva verdadera entre el rendimiento V/H/P y la proporción TO + TM/TRTe, sino que simplemente parece reflejar las diferencias ya analizadas entre ambas variables según el tipo de sala, donde las salas línea doble presentaron promedios más elevados para el rendimiento V/H/P y la proporción TO + TM/TRTe, en relación a los valores encontrados en las salas línea simple (Cuadros 16 y 24).

5.7.6 Correlaciones entre litros/hora/sala y los tiempos de rutina de trabajo

El rendimiento L/H/S, se correlacionó negativamente y en forma significativa con el TRTe ($r = -0,44$; $P = 0,004$); determinándose valores similares para los coeficientes de correlación de este indicador de rendimiento con los tiempos de entrada, preparación y colocación de las unidades: $-0,38$ ($P = 0,013$); $-0,37$ ($P = 0,016$) y $-0,40$ ($P = 0,009$), respectivamente. En cambio, no se encontró relaciones significativas de este indicador de rendimiento ($P > 0,05$), con los tiempos de recolocación de unidades, dipping postordeño y salida de las vacas de la sala, las cuales indicarían sólo tendencias de disminución del rendimiento L/H/S con el incremento de estos tiempos, particularmente con el aumento del tiempo de salida (Cuadro 27).

Por otra parte, los resultados que aparecen en el cuadro 27 indicarían que el rendimiento L/H/S no es afectado por el TM, el TO, ni la proporción TO + TM con respecto al TRTe, dado que ninguna de estas relaciones de sentido negativo fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

Estos resultados sugieren que el rendimiento L/H/S, dependería esencialmente de los tiempos dedicados por los ordeñadores a las mismas actividades que determinarían principalmente los rendimientos V/H/S (TO y SD). Sin embargo, los rendimientos V/H/S (TO y SD) se verían afectados negativamente al incrementarse el TM y el TO, situación que no ocurriría en el caso del rendimiento L/H/S. Este último resultado no tiene una explicación clara, aunque podría reflejar la dificultad de establecer una relación del TM y el TO con un indicador de rendimiento que depende del nivel productivo de las vacas, el cual es muy variable y puede ser influenciado por un sinnúmero de factores.

5.7.7 Correlaciones entre litros/hora/ordeñador y los tiempos de rutina de trabajo

Los resultados obtenidos para los análisis de correlación del rendimiento L/H/O, con el TRTe y cada uno de sus componentes, mostrarían una situación similar a la recién descrita al analizar el rendimiento L/H/S, aunque en este caso las relaciones serían más evidentes de acuerdo a la magnitud de los coeficientes de correlación. Así, los valores alcanzados por estos coeficientes para las relaciones del rendimiento L/H/O con el TRTe, y los tiempos de entrada, preparación y colocación de unidades fueron, respectivamente: - 0,64 ($P < 0,001$); - 0,47 ($P = 0,002$); - 0,54 ($P < 0,001$) y - 0,46 ($P = 0,002$). Además, la tendencia de disminución del rendimiento L/H/S, que se asociaría al incremento del tiempo de salida de las vacas, alcanzó significancia estadística al analizar el rendimiento en términos de L/H/O ($r = - 0,47$; $P = 0,002$), (Cuadro 27).

A diferencia de lo observado para el rendimiento L/H/S, se encontró una relación negativa significativa entre el rendimiento L/H/O y el TM ($r = -0,42$; $P = 0,006$). Además, en el caso del rendimiento L/H/O, se observaron tendencias más claras de asociación con el TO y el

TO + TM como proporción del TRTe, aunque dichas relaciones negativas tampoco fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$), (Cuadro 27).

Por otra parte, en el cuadro 27 es posible observar que los análisis de correlación de los indicadores de rendimiento V/H/O y L/H/O con los tiempos de rutina de trabajo, mostraron resultados muy similares, lo que indicaría que el rendimiento L/H/O dependería prácticamente de las mismas actividades de los ordeñadores que determinan el rendimiento V/H/O; es decir, TRTe, incluyendo los tiempos de entrada, preparación, colocación de unidades y salida, y el TM. De ello podría desprenderse que el mejoramiento de la eficiencia de ordeña en términos de V/H/O, se reflejaría también en un incremento del rendimiento L/H/O.

Estos resultados corroborarían la utilidad del rendimiento L/H/O, como un indicador complementario del rendimiento V/H/O, para evaluar la eficiencia de uso de la mano de obra en las salas de ordeña y serían compatibles con los resultados obtenidos en este mismo estudio, al analizar descriptivamente y estadísticamente los indicadores de rendimiento de las salas.

En general, los resultados obtenidos en los análisis de correlación de los indicadores de rendimiento con el TRTe y sus componentes estarían dentro de lo esperado, corroborando lo señalado en la literatura, en cuanto al importante efecto que ejerce el TRTe sobre el rendimiento de las salas (Jones, 1998; St-Pierre, 2004). En el caso del TM y el TO, los análisis de correlación mostraron en general efectos negativos sobre los indicadores de rendimiento, con excepción de los rendimientos V/H/P, V/H/U y L/H/S (TM), y V/H/P, L/H/S y L/H/O (TO). La proporción TO + TM/TRTe no se correlacionó con ningún indicador de rendimiento, exceptuando la relación positiva detectada con el rendimiento V/H/P, probablemente por las razones señaladas previamente. La ausencia de asociación entre la proporción TO + TM/TRTe y los indicadores de rendimiento no estaría dentro de lo esperado y no tendría una explicación clara, puesto que el incremento de su valor debería afectar negativamente los indicadores de rendimiento, particularmente el rendimiento V/H/O (Jones, 1998).

5.8. Resumen de Resultados y Proyecciones de la Investigación

La descripción de las salas espina de pescado utilizadas en el sur de Chile, reveló que éstas son predominantemente instalaciones de dos puestos por unidad (línea simple), encontrándose menos difundidas las salas de un puesto por unidad (línea doble). El tamaño de las salas mostró una gran variabilidad, denotando el promedio general (13,0 puestos por lado) y los tamaños más comunes, un claro aumento en relación a los antecedentes históricos. El número de unidades por operador varió ampliamente, determinándose un promedio mayor en las salas línea doble (9,0), en comparación a las línea simple (7,4), indicando ambos valores un uso más eficiente de la mano de obra respecto a lo informado en la literatura nacional.

Por otra parte, pudo verificarse que la alimentación en sala constituye una práctica ampliamente difundida, utilizándose en orden de frecuencia decreciente la alimentación semiautomática, el suministro manual de concentrado y la alimentación automática con identificación individual electrónica. Con respecto al funcionamiento de los equipos de ordeña, éste no sería un factor limitante del rendimiento de las salas, pudiendo destacarse además que todos los equipos contaban con retiradores automáticos de unidades, situación que explicaría en gran medida los resultados obtenidos para el número de unidades por operador.

En lo referente a rutinas de ordeño, se comprobó que en la mayoría de las salas se realiza una rutina de ordeño grupal, alcanzando también una difusión importante las rutinas de tipo territorial, encontrándose escasamente representada la rutina secuencial. Se observó una gran diversidad de esquemas de preparación, que incluyen en su mayoría los procedimientos recomendables, predominando la secuencia predipping, despunte y secado de pezones, principalmente con toallas individuales de género; verificándose en todos los casos la realización del dipping postordeño.

La evaluación del total de salas mostró promedios elevados para el TRTe y, particularmente, para la proporción $TO + TM/TRTe$. Estos resultados se explicarían

principalmente por la elevada difusión de las rutinas completas de preparación, actividad que en promedio representa el 41% del TRTe, y denotarían también que existe un potencial importante de mejoramiento de la eficiencia de uso de la mano de obra.

El análisis descriptivo para el total de sala según el tipo de sala, mostró un promedio de TRTe levemente más bajo en las salas línea simple, en comparación a las línea doble, diferenciándose ambos tipos de sala en la proporción TO + TM/TRTe (23,7 y 41,1%, respectivamente), debido principalmente al mayor TO verificado en las salas línea doble, asociado a un menor efecto de presión de sala. La evaluación basada en recomendaciones para rutinas completas de preparación, demostraría que el promedio de 64,4 seg/vaca de TRTe en las salas línea simple excedió en un 9% al valor recomendable, fundamentalmente por un tiempo excesivo de preparación; en tanto que el promedio de TRTe correspondiente a las salas línea doble (67,2 seg/vaca), superó en un 39% el valor recomendable, lo que se explicaría por tiempos elevados en todos los elementos del TRTe, excepto en el de salida de las vacas.

La comparación entre instalaciones de igual tamaño, mostró promedios algo mayores de TRTe para las salas línea simple respecto a las línea doble, reflejando principalmente diferencias en los tiempos de entrada, preparación y colocación de unidades, mientras que sus promedios de TO + TM/TRTe resultaron muy inferiores. A igual número de unidades por operador (6-9 y 10-12), el TRTe y la proporción TO + TM/TRTe tendieron a ser menores en las salas línea simple que en las línea doble, especialmente en el primer rango; lo que indicaría que las diferencias en el tiempo de rutina de trabajo entre ambos tipos de sala, tienden a reducirse al aumentar el número de unidades por operador.

El análisis descriptivo dentro de cada tipo de sala, demostraría que el TRTe tiende a disminuir con el incremento de tamaño de las salas línea simple, probablemente asociado al efecto de presión de sala, estabilizándose partir del estrato de 15-19 puestos por lado; mientras que en las salas línea doble, no existirían mayores diferencias en el TRTe entre los dos rangos de tamaño (≤ 9 y 10-14 puestos por lado). La proporción TO + TM/TRTe no se relacionaría con el tamaño de las salas, dado que los promedios correspondientes a las salas

línea doble disminuyeron levemente al incrementarse el número de puestos por lado, observándose también reducciones pequeñas en las salas línea simple, hasta el rango de 15-19 puestos por lado. Los resultados también sugieren que el número de unidades por operador sería un mejor indicador del efecto de presión de sala que su tamaño, ya que el TRTe mostró una clara tendencia de descenso al aumentar el número de unidades por operador, tanto en las salas línea simple como línea doble; observándose una tendencia similar para la proporción $TO + TM/TRTe$ en las salas línea doble y en las línea simple, hasta el rango de 6-9 unidades por operador.

Los resultados del análisis descriptivo de algunos factores potencialmente asociados a los tiempos de rutina de trabajo, no mostraron una relación aparente del tiempo de entrada con el tipo de patio de espera, el tipo de entrada de las salas y su luminosidad respecto al patio. Tampoco se encontró una relación aparente entre el tiempo de salida de las vacas con el tipo de salida de las salas. En cambio, estos resultados sugieren que el tiempo de entrada de las vacas se vería reducido por la pendiente positiva del patio de espera y la utilización de sistemas automáticos de alimentación individual en las salas.

Por otra parte, los resultados de este análisis indicarían que la rutina grupal se ajustaría mejor que la rutina territorial a las recomendaciones de tiempo de postura de la primera unidad, pero no mostraría una ventaja clara en términos de reducción del TRTe. No se observaron grandes diferencias en el tiempo de preparación entre los esquemas de preparación que incluyen sólo despunte, lavado de todos los pezones y despunte, y lavado de pezones sucios, despunte y secado, cuyos promedios fluctuaron en un rango de 40-45 seg/vaca. En cambio, el tiempo de preparación aumentó notoriamente para el esquema que contempla lavado de todos los pezones, despunte y secado, y el consistente en predipping, despunte y secado, cuyos promedios alcanzaron aproximadamente a 70 seg/vaca.

Las comparaciones de ambos tipos de sala, independientemente de su tamaño, demostraron que las salas línea simple se caracterizaron por mostrar mayores promedios de rendimiento en comparación a las línea doble, para los indicadores V/H/S (TO), V/H/O, V/H/U y L/H/O: 89,1 y 80,1 ($P = 0,019$); 46,1 y 36,9 ($P = 0,034$); 6,5 y 4,1 ($P < 0,001$); y 960,3 y 920,1 ($P = 0,003$); respectivamente; mientras que las salas línea doble superaron a las línea

simple, en lo referente a V/H/P: 4,1 y 3,3 ($P = 0,005$). No se encontró diferencias entre las salas línea simple y doble, en sus rendimientos V/H/S (SD) y L/H/S: 97,6 y 85,4 ($P = 0,087$); 1.831,3 y 1.980,3 ($P = 0,064$), respectivamente.

El análisis descriptivo mostró una tendencia de incremento de los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD) y L/H/S, asociado al aumento del número de puestos por lado, en las salas línea simple y línea doble; observándose el mismo tipo de relación para los rendimientos V/H/O y L/H/O sólo en las salas línea simple. No se encontró una relación aparente entre el tamaño de las salas línea doble con los rendimientos V/H/U y V/H/P, evidenciándose una tendencia de descenso de estos indicadores, al aumentar el número de puestos por lado de las salas línea simple.

De acuerdo al mismo tipo de análisis, a igual tamaño, las salas línea doble superaron a las línea simple en el rendimiento L/H/S; verificándose además mayores rendimientos V/H/S (TO) y V/H/S (SD), sólo en el rango de 10-14 puestos por lado. También se comprobaron mayores rendimientos V/H/O y L/H/O para las salas línea doble, pero sólo en el rango de 9 o menos puestos por lado, tendiendo estos indicadores de rendimiento a ser más elevados en las salas línea simple de 10-14 puestos por lado. Las salas línea simple superaron ampliamente a las línea doble en rendimiento V/H/U, en los dos rangos de tamaño; mientras que las salas línea doble aventajaron a las línea simple en términos de rendimiento V/H/P, sólo en el rango de 10-14 puestos por lado.

Por otra parte, el aumento del número de unidades por operador, se reflejó en una tendencia de incremento de los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD) y L/H/S, sólo en las salas línea simple. Los rendimientos V/H/U y V/H/P tampoco se relacionarían con el número de unidades por operador en las salas línea doble; observándose una tendencia de reducción en los promedios de estos indicadores, para el rango mayor de unidades por operador en las salas línea simple. En cambio, el aumento del número de unidades por operador, se asoció a un claro incremento de los rendimientos V/H/O y L/H/O, tanto en las salas línea simple como línea doble.

Las comparaciones descriptivas dentro de los mismos rangos de unidades por operador (6-9 y 10-12), mostraron mayores rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, V/H/U y L/H/O, para las salas línea simple respecto a las línea doble; encontrándose también un rendimiento L/H/S más elevado, sólo en el rango de 10-12 unidades por operador. El único indicador en que las salas línea doble aventajarían a las línea simple, en todos los rangos de tamaño de número de puestos por lado y unidades por operador, fue el rendimiento V/H/P.

Además del efecto descrito para el número de puestos por unidad (tipo de sala), se encontraron los siguientes resultados al analizar los demás factores incluidos en el modelo estadístico (número de puestos por lado, nivel de producción por vaca/día y unidades por operador), sobre cada uno de los indicadores de rendimiento evaluados en el total de las salas en estudio:

El rendimiento V/H/S (TO) fue afectado por el número de puestos por lado ($P < 0,001$) y el nivel de producción por vaca ($P = 0,002$), pero no por el número de unidades por operador ($P = 0,516$). Los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/S (SD) fueron similares, comprobándose un aumento de ambos indicadores de rendimiento al incrementarse el número de puestos por lado de las salas y una disminución con el aumento del nivel de producción por vaca.

Se encontró efectos significativos sobre el rendimiento V/H/O, para los factores nivel de producción por vaca ($P = 0,009$) y unidades por operador ($P < 0,001$), pero no para el número de puestos por lado ($P = 0,197$); verificándose una reducción en los valores de este indicador al incrementarse el nivel de producción por vaca y un aumento con el incremento de las unidades por operador.

El rendimiento V/H/U resultó afectado por los factores número de puestos por lado ($P = 0,031$) y nivel de producción por vaca ($P = 0,002$), pero no por las unidades por operador ($P = 0,264$); encontrándose una relación negativa de ambos factores con este indicador de rendimiento, la cual fue menos evidente en el caso del número de puestos por lado.

El rendimiento V/H/P se vio influenciado por el número de puestos por lado ($P = 0,015$) y el nivel de producción por vaca ($P < 0,001$), pero no por las unidades por operador ($P = 0,110$); estableciéndose una relación inversa entre ambos factores y este indicador de rendimiento.

Sólo los factores número de puestos por lado ($P = < 0,001$) y nivel de producción por vaca ($P = 0,008$) afectaron el rendimiento L/H/S, observándose un aumento en los promedios de este indicador de rendimiento, con el incremento del número de puestos por lado y el nivel de producción por vaca.

Se detectaron efectos significativos sobre el rendimiento L/H/O, para los factores nivel de producción por vaca ($P = 0,001$) y unidades por operador ($P < 0,001$), pero no para el número de puestos por lado ($P = 0,094$); incrementándose este indicador de rendimiento al aumentar el nivel de producción por vaca y las unidades por operador, correspondiendo a este último factor el efecto más notorio.

La correlación del rendimiento V/H/S (TO) con el TRTe fue elevada ($r = - 0,63$; $P < 0,001$), indicando que al incrementarse el TRTe disminuiría el número de V/H/S (TO), principalmente por su relación con el tiempo de preparación ($r = - 0,58$; $P < 0,001$), a lo que contribuirían aumentos excesivos en los tiempos de colocación de unidades, dipping postordeño y entrada: $r = - 0,43$ ($P = 0,004$); $r = - 0,37$ ($P = 0,016$) y $r = - 0,36$ ($P = 0,021$), respectivamente. El rendimiento V/H/S (SD) se relacionó de manera similar con los mismos tiempos, y con el tiempo de salida ($r = - 0,31$; $P = 0,044$).

El mismo tipo de relación, pero más estrecha, se observó para el rendimiento V/H/O; cuyo coeficiente de correlación con el TRTe fue $- 0,87$ ($P < 0,001$), reflejando principalmente su relación con el tiempo de preparación ($r = - 0,79$; $P < 0,001$), y los tiempos de entrada, colocación, dipping postordeño y salida, con coeficientes que alcanzaron respectivamente a $- 0,49$ ($P = 0,001$); $- 0,53$ ($P < 0,001$); $- 0,54$ ($P < 0,001$) y $- 0,55$ ($P < 0,001$).

El rendimiento V/H/U no sería afectado por el TRTe, pues aún cuando tendió a disminuir con el incremento del TRTe y la mayoría de sus componentes, sólo se determinaron coeficientes de correlación significativos con los tiempos de recolocación de unidades y dipping postordeño: - 0,35 (P = 0,024) y - 0,36 (P = 0,019), respectivamente. El rendimiento V/H/P tampoco se vería influenciado por el TRTe y sus componentes, excepto el tiempo de colocación de unidades ($r = - 0,34$; $P = 0,028$), relación que sugiere que este rendimiento podría disminuir si se destina demasiado tiempo a dicha actividad.

El rendimiento L/H/S disminuiría con el aumento del TRTe ($r = - 0,44$; $P = 0,004$); dependiendo en igual medida de los tiempos de entrada, preparación y colocación de unidades: $r = - 0,38$ ($P = 0,013$); $r = - 0,37$ ($P = 0,016$) y $r = - 0,40$ ($P = 0,009$), respectivamente. A su vez, el rendimiento L/H/O se relacionó de manera análoga con el TRTe y sus componentes, aunque la asociación fue más evidente, dado que los coeficientes de correlación del rendimiento L/H/O con el TRTe, y los tiempos de entrada, preparación y colocación de unidades, alcanzaron respectivamente a - 0,64 ($P < 0,001$); - 0,47 ($P = 0,002$); - 0,54 ($P < 0,001$) y - 0,46 ($P = 0,002$); encontrándose además una relación entre este indicador de rendimiento y el tiempo de salida ($r = - 0,47$; $P = 0,002$).

En el caso del TM y el TO, los análisis de correlación mostraron en general efectos negativos y significativos sobre los indicadores de rendimiento, excepto para los rendimientos V/H/U y L/H/S (TM), y L/H/S y L/H/O (TO).

La proporción TO + TM/TRTe no se correlacionó con ningún indicador de rendimiento, exceptuando la relación positiva detectada con el rendimiento V/H/P ($r = 0,46$; $P = 0,002$); lo que podría reflejar la coincidencia del mayor rendimiento V/H/P, con los valores más elevados de TO + TM/TRTe, de las salas línea doble respecto a las línea simple.

Los resultados obtenidos en el presente estudio para el TRTe y cada uno de sus componentes, así como los referentes a TM, TO y TO + TM/TRTe, constituyen un aporte al conocimiento en esta área para las condiciones actuales de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos, pudiendo ser utilizados como valores de referencia en la evaluación de la rutina

de trabajo de los ordeñadores y contribuir de esta manera a la solución de problemas de rendimiento, en salas espina de pescado de características similares a las incluidas en el estudio. Además, estos resultados demostrarían que existe un potencial importante de mejoramiento de los rendimientos de las salas espina de pescado de la zona sur de Chile, particularmente de las salas línea doble, disminuyendo los tiempos de todos los componentes del TRTe, a lo que contribuiría también la reducción del TM y el TO. Al respecto, deberían tenerse presentes otros resultados obtenidos en este mismo estudio, los cuales demostrarían que al aumentar la carga de trabajo de los ordeñadores, mediante el incremento del número de unidades por operador, el TRTe tiende a disminuir de manera importante en ambos tipos de sala; observándose una tendencia similar para la proporción $TO + TM/TRTe$.

De acuerdo a los resultados de los análisis de correlación realizados en el total de salas, la disminución del TRTe, especialmente del tiempo de preparación, se reflejaría en incrementos de los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, L/H/S y L/H/O, pero no de los rendimientos V/H/U y V/H/P, correspondiendo el efecto más notorio al rendimiento V/H/O ($r = -0,87$; $P < 0,001$) y el menos evidente al rendimiento V/H/S (SD): $r = -0,62$; $P < 0,001$. Aunque en menor medida, la reducción del TM y el TO contribuirían también a aumentar los rendimientos de las salas.

Al igual que en el caso de los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, la evaluación de los rendimientos de las salas permitió generar valores actualizados para siete indicadores de rendimiento, acordes a la realidad productiva de la zona sur y las características de las salas espina de pescado en estudio. En consecuencia, dichos valores deberían ser utilizados en la evaluación de las salas espina de pescado de la zona, como complemento de sus rendimientos teóricos proyectados.

En general, los resultados de la evaluación de los diversos indicadores de rendimiento de las salas en estudio, se comparan favorablemente con lo informado en la literatura nacional e indicarían incrementos reales en los valores de rendimiento respecto a los antecedentes históricos, los cuales corresponden a estudios efectuados durante la década del 1990 e

inicios de los años 2000; en salas de menor tamaño y con rebaños de niveles productivos más bajos. Las comparaciones con los resultados obtenidos en investigaciones realizadas en otros países, principalmente Estados Unidos y Nueva Zelanda, mostraron situaciones distintas dependiendo del indicador de rendimiento y el tamaño de las salas. En algunos casos, los promedios de los indicadores de rendimiento determinados en el presente estudio, no fueron muy distintos a los informados en la literatura extranjera; mientras que en otros mostraron valores claramente inferiores. Al respecto, los resultados obtenidos para el rendimiento V/H/O, demostrarían que uno de los aspectos más importantes de mejorar es la eficiencia del uso de la mano de obra, con lo cual se incrementaría no sólo el rendimiento V/H/O, sino también otro indicador de eficiencia de la mano de obra, como el rendimiento L/H/O, y la cantidad de vacas que pasan por la sala durante una hora. Para conseguir estos incrementos en la productividad laboral de los ordeñadores, deberían reforzarse algunos aspectos en su capacitación, aumentar el número de unidades por operador y dotar las salas de ordeña de un mayor grado de automatización.

El modelo estadístico utilizado permitió analizar apropiadamente los efectos de los factores tamaño de sala (número de puestos por lado), nivel productivo de las vacas, tipo de sala espina de pescado (línea simple y línea doble) y unidades por operador, sobre cada uno de los indicadores de rendimiento evaluados en el total de salas. Sin embargo, los resultados del análisis descriptivo sugieren que los factores número de puestos por lado y unidades por operador, tienen efectos distintos sobre varios indicadores de rendimiento en las salas línea simple y línea doble, lo que indicaría la conveniencia de considerar ambos factores al evaluar y comparar los rendimientos de ambos tipos de sala. Del análisis descriptivo, también se desprendería que es necesario contar con una mayor base de datos, con el fin de analizar estadísticamente para cada tipo de sala, los efectos sobre los indicadores de rendimiento del número de puestos por lado y las unidades por operador, al igual que los efectos de otros factores, como el nivel productivo de las vacas.

Por otra parte, con una base de datos más grande sería posible desarrollar modelos de simulación de los rendimientos, basados en los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores, los cuales incluirían además los factores relevantes de variación de los

indicadores de rendimiento. Dichos modelos deberían ser validados en terreno, basados en el sistema PASS de análisis y simulación de rendimientos.

Finalmente, cabe señalar que el diseño y las metodologías de esta investigación son aplicables a la evaluación de los tiempos de rutina de trabajo de los ordeñadores y los rendimientos de otros diseños de salas, tales como las salas de salida frontal, tandem o jaula y paralelas; contribuyendo así a generar nueva información que permitiría contar con mejores bases para una adecuada selección y evaluación de los rendimientos de las salas de ordeña en el sur de Chile y otras zonas del país.

6. CONCLUSIONES

El análisis del total de salas mostró promedios elevados para el TRTe y la proporción TO + TM/TRTe, lo que se explicaría en parte por la elevada difusión de las rutinas completas de preparación, actividad que en promedio representa el 41% del TRTe.

La evaluación basada en recomendaciones para rutinas completas de preparación, demostraría que el promedio de TRTe en las salas línea simple excedió levemente el valor recomendable, fundamentalmente por un tiempo excesivo de preparación; en tanto que el promedio correspondiente a las salas línea doble, superó ampliamente el valor recomendable, debido a tiempos elevados en casi todos los elementos del TRTe.

El TRTe tendió a disminuir con el incremento del número de puestos por lado sólo en las salas línea simple, asociado a un efecto de presión de sala; mientras que la proporción TO + TM/TRTe no se relacionaría con el número de puestos por lado, tanto en las salas línea simple como línea doble.

El número de unidades por operador sería un mejor indicador del efecto de presión de sala que su tamaño, ya que el TRTe mostró una clara tendencia de descenso al aumentar el número de unidades por operador en ambos tipos de sala; observándose una tendencia similar para la proporción TO + TM/TRTe.

Los factores tipo de patio de espera, tipo de entrada y luminosidad de la sala respecto al patio, no se relacionarían con el tiempo de entrada; en tanto que el tipo de salida de las salas no afectaría el tiempo de salida de las vacas.

El tiempo de entrada de las vacas se vería reducido por la pendiente positiva del patio de espera y la utilización de sistemas automáticos de alimentación individual en sala.

La rutina grupal se ajustaría mejor que la territorial a las recomendaciones de tiempo de postura de la primera unidad, pero no mostraría una ventaja clara en términos de reducción del TRTe.

Se observó una gran diversidad de esquemas de preparación preordeño, correspondiendo los tiempos de preparación más elevados al esquema que contempla lavado de todos los pezones, despunte y secado, y al consistente en predipping, despunte y secado.

Independientemente de su tamaño, las salas línea simple mostraron mayores promedios de rendimiento en comparación a las línea doble, para los indicadores V/H/S (TO), V/H/O, V/H/U y L/H/O: 89,1 y 80,1 ($P = 0,019$); 46,1 y 36,9 ($P = 0,034$); 6,5 y 4,1 ($P < 0,001$); y 960,3 y 920,1 ($P = 0,003$); respectivamente; mientras que las salas línea doble superaron a las línea simple, en lo referente a V/H/P: 4,1 y 3,3 ($P = 0,005$).

El rendimiento V/H/S (TO) fue afectado por el número de puestos por lado ($P < 0,001$) y el nivel de producción por vaca ($P = 0,002$), obteniéndose resultados similares para el rendimiento V/H/S (SD); aumentando ambos indicadores al incrementarse el número de puestos por lado de las salas y disminuyendo con el aumento del nivel de producción por vaca.

Se encontró efectos significativos sobre el rendimiento V/H/O, para los factores nivel de producción por vaca ($P = 0,009$) y unidades por operador ($P < 0,001$), verificándose una reducción en los valores de este indicador al incrementarse el nivel de producción por vaca y un aumento con el incremento de las unidades por operador.

El rendimiento V/H/U se relacionó negativamente con el número de puestos por lado ($P = 0,031$) y el nivel de producción por vaca ($P = 0,002$), relación que fue menos evidente en el caso del número de puestos por lado.

El rendimiento V/H/P se vio influenciado de manera inversa por el número de puestos por lado ($P = 0,015$) y el nivel de producción por vaca ($P < 0,001$).

El incremento del número de puestos por lado ($P = < 0,001$) y del nivel de producción por vaca ($P = 0,008$), se reflejaron en aumentos del rendimiento L/H/S.

Se detectaron efectos significativos sobre el rendimiento L/H/O, para los factores nivel de producción por vaca ($P = 0,001$) y unidades por operador ($P < 0,001$), incrementándose este indicador al aumentar el nivel de producción por vaca y las unidades por operador, correspondiendo a este último factor el efecto más notorio.

Los resultados del análisis descriptivo sugieren que los factores número de puestos por lado y unidades por operador tienen efectos distintos sobre varios indicadores de rendimiento en las salas línea simple y línea doble, lo que indicaría la conveniencia de considerar ambos factores al evaluar y comparar los rendimientos de ambos tipos de sala.

La disminución del TRTe, especialmente del tiempo de preparación, se reflejaría en incrementos de los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/O, L/H/S y L/H/O, pero no de los rendimientos V/H/U y V/H/P, correspondiendo el efecto más notorio al rendimiento V/H/O ($r = -0,87$; $P < 0,001$) y el menos evidente al rendimiento V/H/S (SD): $r = -0,62$; $P < 0,001$.

La reducción del TM y TO contribuirían en menor medida a aumentar los rendimientos de las salas, ya que el TM se relacionó sólo con los indicadores V/H/S (TO), V/H/S (SD), L/H/O y V/H/O: $r = -0,37$; $P = 0,015$; $r = 0,39$; $P = 0,011$; $r = -0,42$; $P = 0,006$; $r = -0,55$; $P < 0,001$; respectivamente, y el TO, con los rendimientos V/H/S (TO), V/H/S (SD), V/H/U y V/H/O: $r = -0,32$; $P = 0,039$; $r = -0,34$, $P = 0,028$; $r = -0,42$; $P = 0,005$; $r = -0,51$; $P = 0,001$; respectivamente.

7. BIBLIOGRAFÍA

ANRIQUE, R. 2005. Evolución de la producción lechera nacional. **In:** 1^{er} Seminario Internacional y Exposición del Sector Lácteo. Valdivia, Chile, 26-28 de Mayo 2005. FEDELECHE. p. 1-13.

ARMSTRONG, D.V. 1992. Milking systems. **In:** Van Horn, H.H.; Wilcox, C.J. (Eds.). Large dairy herd management. American Dairy Science Association. Champaign, Illinois. p. 497-506.

ARMSTRONG, D.V.; QUICK, A.J. 1986. Time and motion to measure milking parlor performance. J. Dairy Sci. 69: 1169-1177.

ARMSTRONG, D.V.; SMITH, J.F.; GAMROTH, M.J. 1994. Milking parlor performance in the United States. **In:** Proceedings of the Third International Dairy Housing Conference. Dairy Systems for the 21st Century. Orlando, Florida. February 2-5, 1994. p. 59-69.

ARMSTRONG, D.V.; GAMROTH, M.J.; SMITH, J.F. 2001. Milking parlor performance. **In:** Proceedings of the 5th Western Dairy Management Conference. Las Vegas, Nevada. April 4-6, 2001. p. 7-12.

BARRY, M.C.; JONES, L.R.; CHANG, W.; MERRILL, W.G. 1992. Relationships among operator, machine and animal as they pertain to milking parlor efficiencies: results of a field survey and simulation study. **In:** Proceedings from the National Milking Center Design Conference. Harrisburg, Pennsylvania. November 17-19, 1992. p. 51-67.

BEZAMA, M. 1991. Mastitis del bovino lechero. Estudio de prevalencia en la Región Metropolitana y descripción de factores asociados con la enfermedad. Memoria Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 217 p.

BICKERT, W.G.; ARMSTRONG, D.V. 1978. Milking systems: equipment, layout, and performance. **In:** Wilcox, C.J.; Van Horn, H.H.; Harris, B.; Head, H.H.; Marshall, S.P.; Thatcher, W.W.; Webb, D.W.; Wing, J.M. (Eds.). Large dairy herd management. University Presses of Florida. Gainesville, Florida. p. 845-865.

BLANLOT, E. 1999. La rutina de ordeño en la prevención de mastitis. **In:** Curso de Perfeccionamiento. Mejoramiento de la Calidad Higiénica de Leche de Pequeños Productores. Osorno, Chile. 6-8 de Diciembre 1999. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias-UFOCO S.A. p. 85- 95.

BURKS, T.F.; TURNER, L.W.; CRIST, W.L. 2006. Distribution fitting and parameterization of individual operator work routine times for small dairy parlors. J. Dairy Sci. 89: 2343-2352.

BUSHNELL, R.B. 1988. Importancia de las medidas higiénicas en el control de la mastitis. **In:** IV Curso Mastitis del Bovino y su Impacto Económico. Santiago, Chile. 24 – 26 de Octubre 1988. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. p. 154 - 168.

CUADRA, E. 1999. Evaluación de movimientos y tiempos de rutinas de ordeño en lecherías de la provincia de Ñuble. Memoria Médico Veterinario. Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria. 34 p.

CHANG, W.; BARRY, M.C.; JONES, L.R.; MERRILL, W.G. 1992. Compares: a computerized milking parlor evaluation system. J. Dairy Sci. 75: 2578-2586.

DURANDAL, P. 2003. Diagnóstico predial de producción, obtención, almacenamiento y transporte de leche en tres centros de acopio lechero, Región Metropolitana. Memoria Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 223 p.

ESTEVEZ, R.; MARIN, J.A. 1991. Determinación de algunos parámetros de eficiencia operacional en salas de ordeño espina de pescado en la Décima Región. Memoria Perito Agrícola. Osorno, Chile. Fundación Adolfo Matthei, Instituto Profesional Agrario. 67 p.

FUHRMANN, T.J. 2002. Quality milk starts with quality management. **In:** 41st NMC Annual Meeting Proceedings. Orlando, Florida. February 3-6, 2002. National Mastitis Council. p. 131-139.

GALTON, D.M.; PETERSSON, L.G.; MERRIL, W.G.; BANDLER, D.K.; SHUSTER, D.E. 1984. Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. J. Dairy Sci. 67: 2580-2589.

GAMROTH, M.; KRAHN, B. 2007. Managing milking on the dairy. [en línea] <<http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8926-e.pdf>> [consulta: 10-09-2009].

HARDY, G; ACEITUNO, F. 1995. Ordeña mecánica y calidad láctea. **In:** Lanuza, F. (Ed.) Seminario Calidad de Leche Bovina. Osorno, Chile. 23-24 de Junio 1995. Colegio Médico Veterinario de Chile A.G., Consejo Regional Osorno. p. 65-78 y 79-91.

HARDY, G. 1997. Aspectos de las instalaciones de ordeño en Chile y su posible relación con la calidad láctea. **In:** II Seminario Calidad de Leche Bovina. Osorno, Chile. 15-16 de Julio 1997. Colegio Médico Veterinario de Chile A.G., Consejo Regional Osorno. p. 45-57.

ISO. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. 2007. Milking machine installations – Mechanical tests. ISO 6690: 2007 (E). 3rd ed. Switzerland. 38 p.

JARPA, R. 2001. Evaluación de tiempos de rutina de ordeño en lecherías de la provincia de Bio-Bio. Memoria Médico Veterinario, Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria. 45 p.

JOHNSON, A.P. 2004. Milk quality consulting on large dairies. [en línea]
<http://www.britishmastitisconference.org.uk/Proc_BMC_2004.doc> [consulta: 21-04-2008].

JONES, L. 1998. ¿Cuántas vacas puedo ordeñar por hora?. Hoard`s Dairyman en Español. 5 (12): 766-768.

JONES, L.R.; ARMSTRONG, D.V. s.f. Useful guidelines for evaluating milking parlor time - and - motion date. [en línea]
<<http://www.farme.com/assets/articles/BenchMarks.html>> [consulta: 10-09-2009].

KAMMEL, D.W. 1995. Swing parlors. [en línea]
<<http://www.uwex.edu/ces/dairymod/milkingcenter/documents/SwingParlors.pdf>> [Fecha de consulta: 21-04-2008].

KINGWILL, R.G.; DODD, F.H.; NEAVE, F.K. 1983. Ordeño mecánico y mastitis. **In:** NIRD (Ed.) Ordeño mecánico. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 323-397.

KRUZE, J. 1976. Diagnóstico y control de mastitis bovina. **In:** II Jornadas Médico Veterinarias. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria, p. 92-117.

KRUZE, J. 2000. Resultados de una encuesta sobre uso y manejo del dipping en rebaños lecheros de la IX y X Región. **In:** Curso Internacional Mastitis Bovina. Valdivia, Chile. 23-25 de Noviembre 2000. Universidad Austral de Chile, Facultad Ciencias Veterinarias. s.p.

MAGLIARO, A.L.; KENSINGER, R.S. 2005. Automatic cluster remover setting affects milk yield and machine-on time in dairy cows. J. Dairy Sci. 88: 148-153.

MEIN, G.A. 1998. Milk harvesting system for high-producing cows. [en línea]
<<http://www.britishmastitisconference.org.uk/BMC1998papers/Mein.pdf>> [consulta: 10-09-2009].

NATZKE, R.P. 1981. Elements of mastitis control. J. Dairy Sci. 64: 1431-1442.

O'CALLAGHAN, E.; O'SHEA, J.; DOYLE, H.J.; KAVANAGH, A.J. 1989. Guidelines for machine milking and milking installations. Teagasc, Dublin. 103 p.

OLNEY, G.R.; MITCHELL, R.K. 1983. Effect of milking machine factors on the somatic cell count of milk from cows free of intramammary infection. II. Vacuum level and overmilking. J. Dairy Res. 50: 141-148.

PANKEY, J.W. 1989. Hygiene at milking time in the prevention of bovine mastitis. Br. Vet. J. 145: 401-409.

PANKEY, J.W.; EBERHART, R.J.; CUMING, A.L.; DAGGETT, R.D.; FARNSWORTH, R.J.; MC DUFF, C.K. 1984. Uptake on postmilking teat antiseptics. J. Dairy Sci. 67: 1336-1353.

PANKEY, J.W.; WILDMAN, E.E.; DRECHSLER, P.A.; HOGAN, J.S. 1987. Field trial evaluation of premilking teat disinfection. J. Dairy Sci. 70: 867-872.

PEREZ, M. 2001. Efficiency of different types of milking parlors and factors related to quality milk. **In:** 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality Proceedings. Vancouver, BC, Canada. September 13-15, 2001. National Mastitis Council-American Association of Bovine Practitioners. p. 372-376.

PHILPOT, W.N. 1999. Aumento de la rentabilidad mediante el mejoramiento de la calidad de leche y la reducción de la mastitis. **In:** Curso de Perfeccionamiento. Mejoramiento de la Calidad Higiénica de Leche de Pequeños Productores. Osorno, 6 - 8 de Diciembre 1999. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias-UFOCO S.A. p. 49-84.

RASMUSSEN, M.D.; FRIMER, E.S.; GALTON, D.M.; PETERSON, L.G. 1992. The influence of premilking teat preparation and attachment delay on milk yield and milking performance. J. Dairy Sci. 75: 2131-2141.

REID, D.A.; STEWART, S. 2007. Using electronic data to monitor and improve parlor performance. **In:** 46th NMC Annual Meeting Proceedings. San Antonio, Texas. January 21-24, 2007. National Mastitis Council. p. 12-17.

REINEMANN, D.J. 1995. Milking facilities for the expanding dairy. [en línea] <http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkingParlors/95_WVMA.Parlors.pdf> [consulta: 10-09-2009].

RENEAU, J.K. 2001. Prepping cows: who needs it?. **In:** NMC Regional Meeting Proceedings. Madison, Wisconsin. April 9-10, 2001. National Mastitis Council-Professional Dairy Producers of Wisconsin Milk Quality. p. 33-42.

RUEGG, P. L. 2010. Los siete hábitos para una rutina de ordeño altamente exitosa. Parte I & II. **In:** Olivares, M. (Ed.). Jornadas Técnicas Cooprinsem 2010. Avances en Calidad de Leche y Salud Mamaria. Osorno, Chile. 4 de Mayo 2010. Cooprinsem. p. 27-36.

SALAZAR, E. 2001. Descripción de la rutina de ordeño en lecherías de la provincia de Bío Bío. Memoria Médico Veterinario. Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria. 45 p.

SCHURING, N. 2007. Obtaining management objectives through parlor time studies. **In:** 46th NMC Annual Meeting Proceedings. San Antonio, Texas. January 21-24, 2007. National Mastitis Council. p. 3-11.

SMITH, J.F.; ARMSTRONG, D.V.; GAMROTH, M.J.; MARTIN, J.G. 1997. Planning the milking center in expanding dairies. *J. Dairy Sci.* 80: 1866-1871.

SMITH, J.F.; DHUYVETTER, K.C.; VANBAALE, M.J.; ARMSTRONG, D.V.; HARNER, J. 2005. Managing the milking parlor: an economic consideration of profitability. **In:** 44th NMC Annual Meeting Proceedings. Orlando, Florida. January 16-19, 2005. National Mastitis Council. p. 165-180.

SPENCER, S.B. 1997. The right vacuum; milking vacuum-claw vacuum. **In:** Virtaniemi, J.; Kader, K. (Eds.). Proceedings of the International Symposium Professional Milk Extraction. Oy Alfa Laval Agri Scandinavia Ab. Helsinki, Finland. p. 69-76.

SPENCER, S.B.; ROGERS, G.W. 1991. Effects of vacuum and milking machine liners on liner slip. *J. Dairy Sci.* 74: 429-432.

ST-PIERRE, N. 2004. Milking parlor efficiencies; labor benchmarks for today's milking parlor. [en línea] <http://cals.arizona.edu/extension/dairy/conference/proceedings/2004/milking_parlor_efficiencies.pdf> [consulta: 10-09-2009].

TAVERNA, M.; NARI, J. 2008. Factores que influyen en el ingreso y la salida de las vacas en la sala de ordeño. [en línea] <http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p65.htm> [consulta: 21-04-2008].

THOMAS, C.V. 1994. Operations and economic models for large milking parlors. **In:** 31st Florida Dairy Production Conference. Gainesville, Florida. April 12-13, 1994. p. 150-164.

THOMAS, C.V.; DeLORENZO, M.A.; BRAY, D.R. 1996. Factors affecting the performance of simulated large herringbone and parallel milking parlors. *J. Dairy Sci.* 79: 1972-1980.

VANBAALE, M.J. 2001. Milking parlor management: Making the right choice. [en línea] <http://cals.arizona.edu/extension/dairy/mastitis_milking/MilkingParlorMgmtrevised.pdf> [consulta: 10-09-2009].

WAGNER, A.M.; RUEGG, P.L. 2002. The effect of manual forestripping on milking performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 804-809.

WHIPP, J.I. 1992. Design and performance of milking parlours. **In:** Bramley, A. J.; Dodd, F.H.; Mein, G.A.; Bramley, J.A. (Eds.) Machine milking and lactation. Insight Books. Berkshire, England. p. 285-310.

8. ANEXOS

Anexo 1. Definición y funciones de las teclas del recolector de datos del sistema PASS

- Add Opr. : Adiciona un operador, otorgándole un número correlativo al de ordeñadores en la sala.
- Del Opr: Elimina un operador del sistema cuando uno de los ordeñadores se retira de la sala.
- Opr. Promt: Para cuando trabaja sólo un ordeñador en la sala.
- Dump Mode: Cambia la configuración del recolector de datos a un modo de descarga.
- Setup: Registra el tiempo de preparación de la sala.
- Idle: Se utiliza cuando el ordeñador esta ocioso.
- Leave parlour: Para registrar el tiempo que el ordeñador deja temporalmente la sala.
- Cleanup: Define el término de la ordeña y el comienzo de la limpieza de la sala.
- Entry: Registra el ingreso de vacas a la sala.
- Udder prep.: Para el inicio de la preparación de la ubre.
- Attach: Para cuando se inicia la colocación de las unidades.
- Detach: Para cuando se retira la unidad.
- Reattach: Para cuando las unidades son recolocadas.
- Post Treat: Cuando se aplique dipping.
- Exit: Cuando las vacas comienzan a salir de la sala.
- Strip: Cuando se realiza repaso.
- Unfilled side: Se utiliza si un lado de la sala no se ha completado y luego se agrega el número de vacas que ingresaron en ese lado.
- Misc. Event: Registro de algún evento misceláneo.

Anexo 2. Planilla de registro de antecedentes generales del predio, datos del ordeño, y características de la sala, patio de espera y equipo de ordeña

ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del Propietario:
Nombre del Encargado:
Nombre del Predio:
Dirección:
Fono/Fax/e-mail:

Raza de las Vacas: _____

Promedio Producción/Vaca (kg/día último control)	
Promedio de Recuento de Células Somáticas de último control	
Número de Ordeñas Diarias	

Fecha Evaluación: Ordeña Evaluada:

DATOS DE LA SALA

Nueva Remodelada

Número de Unidades Número de Puestos Ángulo

Braza de Sujeción de Unidades	no	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	
Retiradores Automáticos	no	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	Tipo <input type="text"/>
Alimentación en Sala	no	<input type="checkbox"/>	si	<input type="checkbox"/>	Tipo <input type="text"/>

Descripción y Superficie del Patio de Espera: _____

Descripción de la Entrada: _____

Descripción de la Salida: _____

Descripción y Ancho de las Líneas de Retorno: _____

% Vacas Primera Lactancia
 Promedio DIM
 % Mensual de Mastitis Clínica

DATOS DEL ORDEÑO

Nombre Operadores:

Operador 1:	_____	Habitual:	<input type="checkbox"/>	Reemplazo:	<input type="checkbox"/>
Operador 2:	_____	Habitual:	<input type="checkbox"/>	Reemplazo:	<input type="checkbox"/>
Operador 3:	_____	Habitual:	<input type="checkbox"/>	Reemplazo:	<input type="checkbox"/>
Operador 4:	_____	Habitual:	<input type="checkbox"/>	Reemplazo:	<input type="checkbox"/>

Hora Inicio Preparación de la Sala:
Hora Fin Limpieza de la Sala:

Hora Inicio Ordeña: Hora Fin Ordeña:
Número de Vacas Ordeñadas:

Producción Total Ordeña (Lts.) Producción Lts./Vaca/Ordeña

Rendimiento V/H/S Determinado por el Equipo (ALPRO u otros Sistemas Electrónicos)

Número de Vacas de Ordeño Lento:
Manejo Especial de Vacas Ordeño Lento: _____

Relación entre el Número de Vacas y el Número de Puestos de la Sala: _____

Descripción de los Procedimientos de Ordeña y la Rutina de Trabajo: _____

DATOS DEL EQUIPO

Línea de Leche: Media Baja
Nivel de Vacío del Vacuómetro:
Características de la Pulsación (Frecuencia, Relación y Acción): _____

Características de los Retiradores Automáticos (Flujo y Tiempo): _____

Fecha último Recambio de Pezoneras:

Observaciones: _____

Anexo 3. Valores recomendados para los tiempos de la rutina de trabajo esencial de los ordeñadores en salas espina de pescado

Tiempos	Armstrong <i>et al.</i> (1994) 1	Jones y Armstrong (s.f.) 2	Kammel (1995) 3
Entrada	4-12 seg/vaca	5 seg/vaca *	10 seg/vaca
Preparación	11-28 seg/vaca	8-21 seg/vaca *	20 seg/vaca
Colocación	8-12 seg/vaca	10 seg/vaca *	14 seg/vaca
Ocioso y reajuste de unidades	4-12 seg/vaca	-	-
Reajuste	-	1,5 seg/vaca *	-
Procedimientos post-ordeño	-	5 seg/vaca *	8 seg/vaca
Salida	1-12 seg/vaca	6 seg/vaca**	7 seg/vaca
Tiempo total por vaca	35-74 seg/vaca	35,5 - 48,5 seg/vaca	59 seg/vaca

1 y 2 Salas con un puesto por unidad (salas línea doble)

3 Salas con dos puestos por unidad (salas línea simple)

* Se consideran aceptables los valores que se desvíen +/- 2 segundos respecto de los tiempos recomendables

** Valor recomendado para salida convencional, tomado de St-Pierre (2004)

Anexo 4. Indicadores de rendimiento de las salas según número de puestos por lado (NPPL) y tipo de sala (línea simple y línea doble)

Tipos Sala	NPPL	N°	V/H/S (TO)		V/H/S (SD)		V/H/O		V/H/U		V/H/P		L/H/S		L/H/O	
			Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
Línea Simple	6	2	60,0	4,2	69,5	6,4	45,8	24,4	10,0	0,7	5,0	0,4	1.019,5	105,4	746,0	281,0
	8	4	61,5	11,4	68,0	11,5	30,8	5,7	7,7	1,4	3,9	0,7	1.205,0	410,0	602,0	205,0
	9	1	68,0		70,0		34,0		7,6		3,8		1.462,0		731,0	
	10	3	64,7	3,5	68,7	3,1	42,5	16,0	6,5	0,4	3,2	0,2	1.884,0	450,0	1.304,0	775,0
	12	2	76,0	28,3	85,0	26,9	38,0	14,1	6,4	2,3	3,2	1,2	1.337,0	282,0	668,0	141,0
	14	1	79,0		97,0		39,5		5,6		2,8		1.280,0		640,0	
	16	4	88,5	7,6	95,8	6,7	44,3	3,8	5,5	0,5	2,8	0,3	1.928,0	425,0	964,0	212,0
	18	5	115,2	27,9	129,2	26,0	57,6	14,0	6,4	1,5	3,2	0,8	2.290,6	209,6	1.145,4	104,8
	20	3	107,0	35,9	110,0	35,8	53,5	18,0	5,4	1,8	2,7	0,9	2.374,0	1033,0	1.187,0	517,0
	22	1	103,0		111,0		34,3		4,7		2,3		1.854,0		810,0	
Línea Doble	6	1	52,0		56,0		52,0		4,3		4,4		1.638,0		1.638,0	
	7	1	51,0		53,0		25,5		3,6		3,6		1.505,0		752,0	
	8	3	71,0	9,6	75,7	11,0	35,5	4,8	4,5	0,6	4,4	0,6	1.483,0	406,0	742,0	203,0
	10	4	82,8	11,3	86,8	11,2	38,3	10,4	4,2	0,6	4,2	0,6	1.986,0	356,0	893,0	127,1
	12	4	90,3	4,3	97,8	8,7	37,7	9,5	3,8	0,2	3,8	0,2	2.420,0	218,0	1.017,0	294,0
	14	1	114,0		121,0		28,5		4,1		4,1		2.508,0		627,0	

Anexo 5. Rendimientos V/H/S de las salas según número de puestos por lado (NPPL) y tipo de sala (línea simple y línea doble), comparados con los rendimientos encontrados en algunos estudios para salas espina de pescado

Tipos Sala	NPPL	N°	V/H/S (SD) 1			V/H/S 2			V/H/S 3
			Min.	Máx.	Prom.	Min.	Máx.	Prom.	Prom.
Línea Simple	6	2	65	74	69,5	36	60	48	59,6
	8	4	61	85	68,0	48	80	64	66,9
	9	1	70	70	70,0	54	90	72	
	10	3	66	72	68,7	56	92	69	69,3
	12	2	66	104	85,0	72	120	96	90,1
	14	1	97	97	97,0	84	140	112	
	16	4	89	105	95,8	94	124	109	
	18	5	95	159	129,2	108	180	144	
	20	3	85	151	110,0	120	200	160	
	22	1	111	111	111,0				
24	2	116	193	154,5	179	224	195		
Línea Doble	4								43,9
	5								68,0
	6	1	56	56	56,0				76,0
	7	1	53	53	53,0				
	8	3	63	83	75,7				77,3
	10	4	75	102	86,8				
	12	4	87	108	97,8				
	14	1	121	121	121,0				

1: Resultados de este estudio (en general con preparación completa de pezones)

2: Datos presentados por Kammel (1995), basados en resultados propios para salas línea simple con rutinas mínimas de preparación

3: Resultados de Estevez y Marín (1991), para salas línea simple y línea doble.