

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**“ANALISIS COMPARATIVO EN EL RENDIMIENTO LECHERO DE  
VACAS ORDEÑADAS 2, 3 Y 4 VECES POR DIA DE LA RAZA  
HOLSTEIN Y BROWN SWISS ENCASTADAS DURANTE LOS  
PRIMEROS 100 DIAS LACTANDO.”**

**POR:**

**JHOSELYN MARIA ARRIAZA GOMEZ  
JOSE ALEXANDER CASTRO CHAVEZ  
MARVIN JOSE HERNANDEZ QUINTANILLA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO.**

**San Miguel**

**Febrero de 2007.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:**

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

**SECRETARIA GENERAL:** LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**DECANO:** LIC. MARCELINO MEJIA GONZALEZ

**SECRETARIA:** LIC. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

ING. AGR. GERMAN EMILIO CHEVEZ SARAVIA

**DOCENTE DIRECTOR:**

ING. AGR. Msc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

**COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN.  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. M. Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

## **RESUMEN.**

En El Salvador la producción de leche en los hatos lecheros es afectada por muchos factores, tales como: manejo, clima y genética del hato; por lo tanto es necesario, que cualquier sistema de producción utilice técnicas o metodologías de manejo adecuadas a un determinado ambiente o lugar. Además la baja producción de leche registrada a nivel nacional hace necesaria la incorporación de nuevas técnicas empleadas para mejorar la producción de leche; por lo que se hace necesario evaluar el incremento de la frecuencia de ordeño para la obtención de buenos rendimientos en producción de leche.

El experimento se realizó en la hacienda ‘Agropecuaria La Laguna’, ubicada en el cantón El Brazo, Departamento de San Miguel, El Salvador. Durante el 17/02/2005 al 30/09/2005.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la implementación de 2, 3, y 4 ordeños diarios sobre la producción de leche y su efecto en la condición física, días vacíos, incidencia de mastitis y viabilidad económica.

Para el desarrollo de la investigación se recopiló la información de 14 pesas de leche, 8 calificaciones de condición física y 13 pruebas de mastitis todas estas realizadas en períodos de 7 días durante la fase de campo excepto las calificaciones de condición física que se realizaron cada 14 días; en el caso de los datos reproductivos estos fueron recopilados de palpaciones realizadas entre las fechas del 01/03/2005 al 11/02/2006. Los datos financieros fueron obtenidos a partir de los conceptos de costos manejados por la administración de la empresa. El número de vacas sometidas a la investigación fue de 37, seleccionando o eliminando en base a las siguientes restricciones: a) vacas libres de patologías; b) vacas con muy baja producción de leche; c) vacas con baja condición física; d) vacas con cuartos

perdidos; e) vacas que no pertenecían al grupo de encaste y raza establecida. Estos datos fueron distribuidos en 12 tratamientos los cuales se describen a continuación: **T1** = 2x H 1/2-5/8; **T2** = 2x H 3/4-7/8; **T3** = 2x BS 1/2-5/8; **T4** = 2x BS 3/4-7/8; **T5** = 3x H 1/2-5/8; **T6** = 3x H 3/4-7/8; **T7** = 3x BS 1/2-5/8; **T8** = 3x BS 3/4-7/8; **T9** = 4x H 1/2-5/8; **T10** = 4x H 3/4-7/8; **T11** = 4x BS 1/2-5/8; **T12** = 4x BS 3/4-7/8. Para la interpretación se aplicó el diseño completamente al azar en arreglo factorial con igual número de repeticiones y la prueba de Duncan, para conocer cual de los tratamientos, frecuencias de ordeño, raza, grupo de encaste e interacciones fue mejor.

Para la variable producción de leche se observó que los tratamientos, frecuencia de ordeño, grupo de encaste y las interacciones entre los factores en estudio, estadísticamente fueron altamente significativos excepto el factor raza que se comportó estadísticamente no significativo. Tomando como base la frecuencia de ordeño se decidió agrupar a los tratamientos dentro de cada frecuencia de ordeño conforme a las diferencias estadísticamente obtenidas, en donde: 2x (**T3** = 35.57 lbs/día; **T4** = 33.10 lbs/día; **T1** = 32.01 lbs/día; **T2** = 27.17 lbs/día); 3x (**T6** = 38.60 lbs/día; **T8** = 36.90 lbs/día; **T7** = 35.46 lbs/día; **T5** = 33.90 lbs/día) y 4x (**T10** = 54.31 lbs/día; **T9** = 44.60 lbs/día; **T12** = 44.41 lbs/día; **T11** = 41.39 lbs/día). Tal parece que los cuatro mejores tratamientos pertenecieron a la frecuencia de ordeño 4x con un promedio de (46.18 lbs/vaca/día) siendo altamente significativa sobre 3x (36.22 lbs/vaca/día) y 2x (31.96 lbs/vaca/día); 3x fue altamente significativo sobre 2x.

Con respecto a la variable condición física los tratamientos, frecuencia de ordeño, raza, grupo de encaste y las interacciones, estas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas. Para la variable condición física también se decidió agrupar a los tratamientos por frecuencia de ordeño conforme a las diferencias estadísticas obtenidas, en donde: 2x (**T3** = 3.2; **T4** = 2.7; **T1** = 2.5; **T2** = 2.4); 3x (**T8** = 3.1; **T7** = 3.1; **T5** = 2.6; **T6** = 2.4) y 4x (**T11** = 3.2;

T9 = 2.9; T12 = 2.3; T10 = 2.1). El mejor promedio en condición física perteneció a la frecuencia 3x (2,78) que fue altamente significativa a la frecuencia 4x (2,65) y no significativa a la frecuencia 2x (2,71). Esto indica que las vacas que se ordeñan 4 veces al día su condición física puede ser afectada si pertenecen a la raza Holstein y al grupo de encaste 3/4-7/8.

Para el caso de la variable días vacíos esta fue agrupada por frecuencia de ordeño y no se encontraron diferencias estadísticas significativas, donde 2x (134 días vacíos); 3x (126 días vacíos) y 4x (101 días vacíos). Sin embargo si se obtuvieron diferencias aritméticas ya que la frecuencia 4x supero con 33 días vacíos a la frecuencia 2x y con 25 días vacíos a la frecuencia 3x, en el caso de la frecuencia 3x esta supero en 8 días vacíos a la frecuencia 2x. Cabe mencionar que para esta variable la frecuencia que presenta los promedios más bajos en días vacíos es mejor. Todo indica que la frecuencia de ordeño 2x fue mas baja en reproducción debido a que consumieron menos alimento que las demás y su estadía en la sala de estrés calórico fue en menor tiempo que las demás frecuencias de ordeño.

Con respecto a la variable incidencia de mastitis la cual presento diferencias estadísticas significativas, en donde 2x (0,12) fue significativa a la frecuencia 3x (0,24) y no significativa a la frecuencia 4x (0,19); la frecuencia 3x fue no significativa a la frecuencia 4x. Los promedios en grados de mastitis aumentan a medida se incrementa la frecuencia de ordeño y esto es debido a que la higiene manejada en el hato no fue lo suficientemente adecuada para controlar la incidencia de mastitis.

Finalizado el estudio, se recomienda utilizar los cuatro ordeños diarios durante los primeros 100 días lactando para incrementar la producción de leche en condiciones de la hacienda 'Agropecuaria la Laguna'.

## **AGRADECIMIENTO.**

A DIOS PADRE, HIJO Y ESPIRITU SANTO POR HABERNOS ILUMINADO CON SU SABIDURIA Y PERMITIRNOS FINALIZAR CON ÉXITO NUESTROS ESTUDIOS, A EL SEA LA GLORIA Y HONRA POR SIEMPRE, AMEN.

A nuestro asesor y coordinador de procesos de graduación Ing. M.Sc. José Ismael Guevara Zelaya por su incondicional apoyo, orientación y coordinación en nuestro trabajo de investigación.

Al señor Mario Romero y familia por habernos permitido realizar la fase experimental de nuestra investigación en las instalaciones de su ganadería (Agropecuaria la Laguna).

Al personal de la Agropecuaria la Laguna por valiosa cooperación durante el desarrollo de nuestra fase experimental.

Al jefe del departamento de CC.AA. Ing. German Emilio Chevez por el aporte académico en forma incondicional.

A la Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria Oriental, en especial al personal docente del departamento de ciencias agronómicas por haber instruido en nuestra formación profesional así como en la creación de criterios y valores éticos.

## **DEDICATORIA.**

A NUESTRO PADRE CELESTIAL POR HABERME ILUMINADO Y LLENARME DE BENDICIONES Y PODER CONCLUIR ASI MIS ESTUDIOS. LOOR A QUIEN LOOR MERECE.

A mi abuelita Fidelina (de Grata Recordación) por su afecto, sabios consejos y su apoyo moral mientras tuve la dicha de compartir con ella.

A mis padres Marco Antonio y María Elvia por su apoyo y oraciones que me brindaron para continuar mi carrera aún después de haberles fallado y defraudado. Que este modesto trabajo sirva de testimonio de mi más sincera gratitud y reconocimiento por su sacrificio y esfuerzo realizado. Gracias, los quiero mucho.

A mi hijita Elvia María por darme su alegría cuando la necesitaba y ser mi musa para continuar en los momentos difíciles.

A mis hermanos Maklin, Xiomara y Noa por su apoyo moral y su afecto durante mis años de estudio.

A mis sobrinos Maklin, Marco, Darling y Nathanael por brindarme su alegría y su cariño.

A toda mi familia por darme su apoyo y su afecto en especial a mis tias Juana, Mary y mi primo Erick.

A mis compañeros de tesis y su familia Alex y Marvin por haber permitido ser parte del grupo, además por los momentos compartidos y por haberme dado su hospitalidad. Gracias por todo cipotes.

A mi gran amiga sincera Elsa por haber sido como una hermana para mi en los momentos mas dificiles y cuando mas la necesite.

A mis amigos y compañeros que tuve durante mis años de estudio por los distintos momentos compartidos.

A los hermanos de la iglesia que me estuvieron apoyando a través de sus oraciones.

A la Universidad de El Salvador por haber coloborado en mi formación profesional durante mi carrera, en especial los docentes del Departamento de Ciencias Agronomicas por haberme instruido, por su apoyo moral y consejos cuando lo necesite.

Jhosselyn María Arriaza Gómez.

## **DEDICATORIA.**

A Dios padre, al Hijo y al Espíritu Santo por ser la luz que me guió en el camino hacia el éxito de mi carrera.

A mis padres, Noelia Del Carmen De Castro y José Agapito Castro Turcios por su amor, comprensión e infinito sacrificio en todo momento de mi vida y especialmente para alcanzar mi ideal.

A mis hermanos Luís Alberto, Walter Jaime y Marcela Judith por su cariño y apoyo moral, especialmente a Luís Alberto por su ayuda incondicional en mi carrera.

A mi esposa Jacqueline Marisol por su cariño, comprensión, apoyo y sobre todo la paciencia que a tenido de soportar a mi lado momentos difíciles gracias mi amor y gracias a Dios por haberte conocido.

A mis tíos y sobrinos por su cariño y apoyo, especialmente a Rodolfo Elías por su ayuda incondicional en mi carrera.

A mis cuñadas Dora margarita y Ana Julia por su apoyo moral y cariño en el transcurso de mi carrera.

A mis amigos, por su valiosa amistad y estar con migo siempre brindándome su apoyo durante el transcurso de mi vida.

A mis compañeros de tesis: Jhosselyn y Marvin con quienes compartí momentos difíciles pero también momentos muy agradables Gracias por su amistad, cariño y comprensión.

José Alexander Castro Chávez

## **DEDICATORIA**

- A mi DIOS grande y supremo:

Por su benevolencia y fidelidad, a el le doy gracias principalmente por la vida y con ella la oportunidad que me dio de culminar mi carrera profesional con éxito. A el sea la gloria y el poder. Amen.

- A mis padres:

Jorge Humberto Hernández y Ana Marina de Hernández por por su inmenso y abnegado amor, sacrificio por sus sabios consejos intensas oraciones y apoyo moral. Gracias mis viejos.

- A mis hermanos:

Beto, Fernando, Noel, Carmen, y Jorge por su apoyo moral y mucho amor de familia.

- A mis hermanos de la iglesia 'EL DIOS VIVIENTE' por sus constantes e incondicionales oraciones . Dios los bendiga.

- A una especial y linda mujer:

Jeny Carolina por su inmenso apoyo amor inmensurable y constantes oraciones agradezco con todo mi corazón al Señor por ponerla en mi camino y por ser parte inmensa de mi vida. Te adoro.

- A toda mi familia:

Por brindarme su apoyo y amor fraternal.

- A mis amigos y compañeros de promoción que tuve durante mis años de estudio por compartir momentos especiales, a si como mis compañeros del Ingenio Chaparrastique por su apoyo y comprensión.

- Al ALMA MATER:

Por haberme dado la formación profesional durante mi carrera específicamente a los  
catedráticos del departamento de Ciencias Agronómicas.

Marvin José.

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
INDICE GENERAL.....	xiii
INDICE DE CUADROS.....	xviii
INDICE DE FIGURAS.....	xxvii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de los bovinos.....	3
2.1.1. Clasificación zoológica de los bovinos.....	3
2.2. Raza Holstein.....	3
2.3. Raza Brown Swiss.....	4
2.4. Producción de leche en el trópico.....	5
2.5. Factores que influyen en la producción de leche.....	6
2.5.1. Factores fisiológicos.....	6
2.5.1.1. Estado de lactancia.....	6
2.5.1.2. Edad.....	7
2.5.1.3. Tipo.....	8
2.5.2. Factores ambientales y de manejo.....	8
2.5.2.1. Periodo seco.....	8
2.5.2.2. Estado nutricional antes del parto.....	9
2.5.2.3. Intervalo entre ordeño y número de ordeño.....	10

2.5.2.4. Temperatura.....	11
2.6. Iniciación de la lactación.....	12
2.6.1. Hormona lactogénica.....	13
2.6.2 La eyección de la leche.....	14
2.7. El ordeño.....	17
2.7.1. Ordeño mecánico.....	18
2.8 Frecuencia de ordeño.....	18
2.8.1. Respuesta al aumento en la frecuencia de ordeño.....	21
2.8.2. Incrementando la frecuencia de ordeño a 2 veces diarias.....	22
2.8.3. Incrementando la frecuencia de ordeño a 3 veces diarias.....	23
2.8.4. Incrementando la frecuencia de ordeño a 4 veces diarias.....	27
2.8.5. Incrementando la frecuencia de ordeño a 6 veces diarias.....	29
2.8.6. Programación para el aumento de la frecuencia de ordeño.....	30
2.8.7. Tiempo requerido para suspender el aumento de la frecuencia de ordeño.....	31
2.8.8. Respuesta fisiológica al aumento de la producción leche a través del incremento de la frecuencia de ordeño.....	34
2.9. Condición física.....	35
2.9.1. Técnicas para evaluar la condición física.....	37
2.9.2. Balance energético negativo.....	38
2.10. Fertilidad de vacas lecheras.....	40
2.10.1. Sincronización de celo.....	42
2.10.2. Tratamientos hormonales usados en la sincronización.....	43
2.11. Mastitis.....	46
2.11.1. Definiciones clínicas de la mastitis.....	46

2.11.2. Impacto económico de la mastitis.....	47
2.11.3. Prueba de California.....	48
2.11.4. Recuento de células somáticas.....	48
2.11.5. Control de mastitis.....	49
2.11.6. Consecuencias causadas por la mastitis.....	51
3. MATERIALES Y METODOS.....	53
3.1. Generalidades.....	53
3.1.1. Localización geográfica.....	53
3.1.2. Condiciones climáticas.....	53
3.1.3. Duración del estudio.....	53
3.2. Manejo de las vacas.....	54
3.2.1. Ordeño.....	54
3.2.2. Alimentación.....	54
3.2.3. Tratamiento de estrés calórico.....	54
3.2.4. Reproducción.....	55
3.2.4.1. Programa de sincronización de celos.....	55
3.2.5. Sanidad.....	55
3.3. Materiales.....	56
3.3.1. Origen de los datos.....	56
3.3.2. Modificaciones de producciones de leche.....	56
3.3.3. Unidades experimentales.....	57
3.3.4. Instalaciones.....	58
3.3.4.1. Comederos.....	58
3.3.4.2. Bebederos.....	58

3.3.4.3. Sala de ordeño.....	58
3.3.4.4. Galeras.....	58
3.3.5. Equipo.....	60
3.3.5.1. Ordeñadora mecánica.....	60
3.3.5.2. Tanque refrigerador.....	60
3.3.5.3. Balanza.....	60
3.4. Metodología de campo.....	60
3.4.1. Horarios de ordeño por frecuencia.....	60
3.4.2. Pruebas de mastitis.....	61
3.5. Metodología estadística.....	61
3.5.1. Factores en estudio.....	61
3.5.2. Clasificación de los datos.....	62
3.5.2.1. Producción de leche y condición física.....	62
3.5.2.2. Mastitis y días vacíos.....	62
3.5.3. Descripción los tratamientos.....	62
3.5.3.1 Tratamientos para producción de leche y condición física.....	62
3.5.3.2 Tratamientos para mastitis y días vacíos.....	63
3.5.4. Variables en estudio.....	63
3.5.5. Diseños estadísticos.....	64
3.5.5.1. Diseño completamente al azar en arreglo factorial con diferente número de repeticiones.....	64
3.5.5.1.1. Modelo estadístico.....	64
3.5.5.1.2. Distribución estadística para el análisis de varianza.....	65

3.5.5.2. Diseño completamente al azar en arreglo factorial con igual número número de observaciones.....	66
3.5.5.2.1. Distribución estadística para el análisis de varianza.....	66
3.5.5.3. Diseño completamente al azar con dif. número de observaciones..	66
3.5.5.3.1. Modelo estadístico.....	67
3.5.5.3.2. Distribución estadística para el análisis de varianza.....	67
3.5.5.4. Diseño completamente al azar con igual número de observaciones.	67
3.5.5.4.1. Distribución estadística del análisis de varianza con igual número de observaciones.....	68
3.5.6. Pruebas Estadísticas.....	68
3.5.6.1. Prueba de Duncan para diferente número de repeticiones.....	68
3.5.6.2. Prueba de Duncan para igual numero de observaciones.....	69
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	70
4.1 Producción de leche.....	71
4.2 Condición física.....	94
4.3 Días vacíos.....	115
4.4 Incidencia de mastitis.....	121
4.5. Análisis económico.....	125
5. CONCLUSIONES.....	128
6. RECOMENDACIONES.....	130
7. BIBLIOGRAFIA.....	131
8. ANEXOS.....	140

## INDICE DE CUADROS.

CUADRO	PÁGINA.
1. Resumen de producción de leche real por tratamiento en cada uno de los períodos durante la fase de campo.....	71
2. Producción real de leche promedio (lbs/vaca/día) en los diferentes tratamientos durante los primeros 100 días de lactancia.....	72
3. Producción real promedio (lbs/vaca/día) clasificada por frecuencia de ordeño, y en cada 7 días durante 100 días lactando.....	76
4. Producciones de leche lbs/vaca/día en dos diferentes etapas de la fase de campo (100 días post-parto).....	76
5. Comportamiento estadístico para la producción de leche promedio (lbs/vaca/día) para el factor frecuencia de ordeño durante los 100 días lactando.....	78
6. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción AxB.....	85
7. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción AxC.....	88
8. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción BxC.....	90
9. Producción de leche promedio lbs/vaca/día en la interacción AxBxC (Frecuencia de ordeño-Raza-encaste).....	93
10. Resumen de la condición física promedio por tratamiento cada 14 días durante los primeros 100 días lactando.....	95

11. Condición física promedio en los diferentes tratamientos durante los primeros 100 días lactando.....	96
12. Condición física y producción de leche para las tres frecuencias de ordeño durante los primeros 100 días lactando.....	101
13. Condición física promedio por frecuencia de ordeño en diferentes etapas de la lactancia (100 días).....	103
14. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción AxB.....	107
15. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción AxC.....	109
16. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción BxC.....	112
17. Condición física promedio en la interacción AxBxC (Frecuencia de ordeño-Raza-Encaste).....	114
18. Promedios de días vacíos y coeficiente de variación por frecuencia de ordeño.....	115
19. Promedios de consumo de concentrado, producción de leche y días vacíos por frecuencia de ordeño.....	119
20. Comportamiento estadístico para la incidencia de mastitis en cada frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.....	122
21. Análisis financiero por vaca/día en cada una de las frecuencias de ordeño.....	127
<b>A- 1</b> Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 7 días post-parto.....	141
<b>A- 2</b> Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 14 días post-parto.....	142

A- 3 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 21 días post-parto.....	143
A- 4 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 28 días post-parto.....	144
A- 5 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 35 días post-parto.....	145
A- 6 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 42 días post-parto.....	146
A- 7 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 49 días post-parto.....	147
A- 8 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 56 días post-parto.....	148
A- 9 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 63 días post-parto.....	149
A- 10 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 70 días post-parto.....	150
A- 11 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 77 días post-parto.....	151
A- 12 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 84 días post-parto.....	152
A- 13 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 91 días post-parto.....	153
A- 14 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 100 días post-parto.....	154

<b>A- 15</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 7 días post-parto.....	155
<b>A- 16</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 14 días post-parto.....	155
<b>A- 17</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 21 días post-parto.....	156
<b>A- 18</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 28 días post-parto.....	156
<b>A- 19</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 35 días post-parto.....	157
<b>A- 20</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 42 días post-parto.....	157
<b>A- 21</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 49 días post-parto.....	158
<b>A- 22</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 56 días post-parto.....	158
<b>A- 23</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 63 días post-parto.....	159
<b>A- 24</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 70 días post-parto.....	159
<b>A- 25</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 77 días post-parto.....	160
<b>A- 26</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 84 días post-parto.....	160
<b>A- 27</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 91 días post-parto.....	161
<b>A- 28</b>	Análisis de varianza de la producción de leche real a los 100 días post-parto.....	161
<b>A- 29</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 7 días post-parto.....	162
<b>A- 30</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 14 días post-parto.....	163
<b>A- 31</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 21 días post-parto.....	164
<b>A- 32</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 28 días post-parto.....	165
<b>A- 33</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 35 días post-parto.....	166

<b>A- 34</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 42 días post-parto.....	167
<b>A- 35</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 49 días post-parto.....	168
<b>A- 36</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 56 días post-parto.....	169
<b>A- 37</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 63 días post-parto.....	170
<b>A- 38</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 70 días post-parto.....	171
<b>A- 39</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 77 días post-parto.....	172
<b>A- 40</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 84 días post-parto.....	173
<b>A- 41</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 91 días post-parto.....	174
<b>A- 42</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 100 días post-parto.....	175
<b>A- 43</b> Resumen de producción de leche real por tratamiento en cada uno de los períodos durante la fase de campo.....	176
<b>A- 44</b> Análisis de varianza del resumen de producción promedio de leche real por tratamiento durante la fase de campo.....	177
<b>A- 45</b> Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de producción promedio de leche por tratamiento durante la fase de campo.....	177

<b>A-46</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de producción promedio de leche real modificada, por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.....	178
<b>A- 47</b>	Cuadro de condición física promedio al parto.....	179
<b>A- 48</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 14 días de lactancia.....	180
<b>A- 49</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 28 días de lactancia.....	181
<b>A- 50</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 42 días de lactancia.....	182
<b>A- 51</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 56 días de lactancia.....	183
<b>A- 52</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 70 días de lactancia.....	184
<b>A- 53</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 84 días de lactancia.....	185
<b>A- 54</b>	Cuadro de condición física promedio durante los 100 días de lactancia.....	186
<b>A- 55</b>	Análisis de varianza de la condición física al parto.....	187
<b>A- 56</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 14 días post-parto.....	187
<b>A- 57</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 28 días post-parto.....	188
<b>A- 58</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 42 días post-parto.....	188
<b>A- 59</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 56 días post-parto.....	189
<b>A- 60</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 70 días post-parto.....	189
<b>A- 61</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 84 días post-parto.....	190
<b>A- 62</b>	Análisis de varianza de la condición física a los 100 días post-parto.....	190
<b>A- 63</b>	Resumen de la condición física promedio por tratamiento cada 14 días durante los primeros 100 días lactando.....	191
<b>A- 64</b>	Análisis de varianza del resumen de condición física promedio durante los 100 días post-parto.....	192
<b>A- 65</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de condición física promedio por promedio por tratamiento durante los 100 días lactando.....	193

<b>A- 66</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de condición física promedio por Frecuencia de ordeño durante los 100 días lactando.....	194
<b>A- 67</b>	Diseño completamente al azar para días vacíos agrupados por frecuencia de ordeño.	195
<b>A- 68</b>	Análisis de varianza de días vacíos para frecuencia de ordeño.....	195
<b>A- 69</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 14 días lactando.....	195
<b>A- 70</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 21 días lactando.....	196
<b>A- 71</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 28 días lactando.....	196
<b>A- 72</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 35 días lactando.....	197
<b>A- 73</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 42 días lactando.....	197
<b>A- 74</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 49 días lactando.....	198
<b>A- 75</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 56 días lactando.....	198
<b>A- 76</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 63 días lactando.....	199
<b>A- 77</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 70 días lactando.....	199
<b>A- 78</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 77 días lactando.....	200

<b>A- 79</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 84 días lactando.....	200
<b>A- 80</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 91 días lactando.....	201
<b>A- 81</b>	Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.....	201
<b>A- 82</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 14 días lactando.....	202
<b>A- 83</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 21 días lactando.....	202
<b>A- 84</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 28 días lactando.....	203
<b>A- 85</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 35 días lactando.....	203
<b>A- 86</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 42 días lactando.....	204
<b>A- 87</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 49 días lactando.....	204
<b>A- 88</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 56 días lactando.....	205
<b>A- 89</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 63 días lactando.....	205
<b>A- 90</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 70 días lactando.....	206

<b>A- 91</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 77 días lactando.....	206
<b>A- 92</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 84 días lactando.....	207
<b>A- 93</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 91 días lactando.....	207
<b>A- 94</b>	Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.....	208
<b>A- 95</b>	Prueba de rango múltiple de Duncan para los grados de infección de mastitis a los 49 días lactando.....	208
<b>A- 96</b>	Cuadro resumen de pruebas de mastitis (CMT), expresado en promedios de grados por vaca, en cada frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.....	210
<b>A- 97</b>	Análisis de varianza del resumen de pruebas de mastitis, por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.....	211

## INDICE DE FIGURAS.

<b>FIGURA</b>	<b>PAGINA.</b>
1. Resultados de la prueba de Duncan para la producción real modificada lbs/vaca/día, durante la fase de campo.....	73
2. Producción de leche real (lbs/vaca/día) por frecuencia de ordeño, expresado promedios por cada 7 días durante los primeros 100 días lactancia.....	77
3. Resultados de la prueba de Duncan para el factor frecuencia de ordeño en la producción de leche real lbs/vaca/día durante los primeros 100 días lactando.....	79
4. Rendimiento productivo promedio de leche (lbs/vaca/día) durante los primeros 100 días lactando en las diferentes razas.....	81
5. Rendimiento productivo promedio de leche (lbs/vaca/día) durante los 100 días lactando en los diferentes grupos de encaste.....	83
6. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante la fase de campo en la interacción AxB.....	86
7. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los 100 días lactando en la interacción AxC.....	89
8. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante la fase de campo en la interacción BxC.....	91
9. Resultados de la prueba de Duncan para la condición física promedio por tratamiento, durante la fase de campo.....	97
10. Resultados de la prueba de Duncan para la condición física promedio por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.....	100
11. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 2 veces diarias en los primeros 100 días lactando.....	101

12. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 3 veces diarias en diarias en los primeros 100 días lactando.....	102
13. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 4 veces diarias en los primeros 100 días lactando.....	102
14. Condición física promedio durante la fase de campo para el factor raza.....	104
15. Condición física promedio durante la fase de campo para el factor encaste.....	106
16. Condición física promedio durante la fase de campo en la interacción AxB.....	108
17. Condición física promedio durante la fase de campo en la interacción AxC.....	111
18. Promedio de días vacíos por frecuencia de ordeño.....	116
19. Resultados de la prueba de Duncan de los grados de mastitis en el factor frecuencia de ordeño durante los primeros 100 días lactando.....	122

## INTRODUCCION.

Actualmente en nuestro país, la falta de investigación en los hatos lecheros, ha provocado que la capacidad de producción de sus explotaciones no sea al máximo en su eficiencia. El éxito de cualquier sistema de producción depende principalmente de una constante innovación, sobre el rendimiento lechero ya sea en determinado ambiente o lugar

Esta investigación pretende mejorar la capacidad de producción lechera, debido a que existe la necesidad de que este rubro sea mas eficiente no solo en le sentido de la producción sino también en la rentabilidad, contribuyendo de esta manera a difundir nuevas tecnologías a los ganaderos de la zona.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar 2,3 y 4 ordeños diarios durante los primeros cien días lactando, el experimento se realizo con datos de producción de la hacienda "Agropecuaria la Laguna", cantón El Brazo, Departamento de San Miguel, durante el período de Febrero a Septiembre de 2005 para las variables: -Producción de leche, -Condición física, -Incidencia de mastitis, para el caso de la variable Días vacíos la fase experimental fue hasta Enero de 2006.

Para el desarrollo de la investigación se recopiló la información de 37 unidades experimentales. Las restricciones establecidas para seleccionar las observaciones con las que se llevo acabo el estudio fueron las siguientes: a) Vacas libres de patologías; b) Vacas bajas de condición física; c) Vacas con cuartos perdidos; d) Vacas con producciones muy bajas; e) Vacas que no pertenecían al grupo de encaste y raza establecida. Estos datos fueron distribuidos en 12 tratamientos para las variables: 1) producción de leche y 2) Condición física los cuales son descritos a continuación: T1= 2x H 1/2-5/8; T2= 2x H 3/4-7/8; T3= 2x BS 1/2-

5/8; T4= 2x BS 3/4-7/8; T5= 3x H 1/2-5/8; T6= 3x H 3/4-7/8; T7= 3x BS 1/2-5/8; T8= 3x BS 3/4-7/8; T9= 4x H 1/2-5/8; T10= 4x H 3/4-7/8; T11= 4x BS 1/2-5/8; T12= 4x Bs 3/4-7/8.

Para la interpretación se aplicó el diseño completamente al azar en arreglo factorial con igual y con desigual número de observaciones, prueba de Duncan con igual y con desigual número de observaciones. En las variables Mastitis y Días vacíos las unidades experimentales se distribuyeron en tres tratamientos: T1= 2 ordeños; T2= 3 ordeños; T3= 4 ordeños. En el caso de la variable Mastitis se utilizó el diseño completamente al azar con igual y con desigual número de observaciones, prueba de Duncan; para la variable Días vacíos se utilizó el diseño completamente al azar con desigual número de observaciones.

## **2.0. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de los bovinos.**

El ganado vacuno fue domesticado en Asia hace unos 10,000 años; alrededor del año 2,000 a.c. llegaron a la parte sur de Europa, posteriormente fueron traídos a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1495.

Los vacunos se han usado para producir carne, leche, y como animal de trabajo, durante todo el desarrollo de la especie humana. Los antepasados de todas las razas lecheras importantes son animales originarios de Europa, de las Islas Británicas y de las Islas situadas entre estas y el continente, todas ellas pertenecientes al género Bos taurus. (15)

#### **2.1.1. Clasificación zoológica de los bovinos.**

Reino:	Animal
Grupo:	Ungulados
Bloque:	Protungulados
Subfamilia:	Bovinae
Genero:	Babulus
Sub-genero:	Bufalo africano (B Africanus caffer) Bufalo analico (B indicus) (27)

### **2.2. Raza Holstein.**

Según Reaves y Pegram (43) una de las razas lecheras más antiguas originarias en Holanda y es por eso que la última palabra de su nombre deriva de una provincia de ese país, esta raza es de clima templado y ha sido explotado en esa región por más de 2,000 años. Esta raza fue introducida a América, por primera vez en 1621 pero fue hasta el año de 1861 que

se importó ganado para los Estados Unidos, para iniciar los hatos registrados, sin embargo fue en el año de 1,885 que se fundó la asociación Americana de ganado Holstein (43).

El color característico manchas blancas y negras claramente definidas. Los patrones de color que no aceptan en el registro son el negro uniforme, el blanco uniforme, el extremo de la cola negro, el vientre negro, el negro alrededor de la pata hasta llegar a la pezuña, el negro desde la pezuña hasta la rodilla o el corvejón, el negro y el blanco mezclados para dar un color distinto de las manchas blancas y negras bien definidas. Pero no existe ningún diseño en cuanto a color, ya que en ocasiones se observan ejemplares con manchas rojas en vez de color negro (15).

La raza Holstein es la que presenta mayor tamaño, una vaca adulta puede pesar unas 1,500 lbs y el toro debe pesar entre 2,000-2,200 lbs y el ternero recién nacido unos 80-125 lbs. Además es la raza de mayor producción de leche y más popularidad, llegando a una producción promedio de 13,000-14,000 lbs, en dos ordeños computados a su edad madura (6-8 años), y el porcentaje de grasa es de 3.0-3.7% con 3.0.3.3% de proteína (15).

### **2.3. Raza Brown Swiss.**

Esta es la más antigua de las razas actuales. Datos y reliquias que se han encontrado en las ruinas dejadas por los pobladores remotos de la región de los lagos de Suiza, indican su presencia allí antes de la iniciación de nuestra era. Parece que el principal antepasado de la raza Suiza parda es el Bos longifrons. En su país de origen, Suiza, esta raza proporciona leche, carne y trabajo. Se ha criado en un país sumamente montañoso y a esto se atribuye su constitución notablemente vigorosa y su rusticidad.

La Tarjeta Unificada de Calificación da las siguientes características para la raza: Color: Pardo uniforme, variable de muy claro a oscuro. Las hembras con manchas blancas o de otro

color por encima de la parte inferior del abdomen o con el extremo del ramo blanco, no satisfacen el patrón de color de la raza Suiza Parda y así deberá indicarse si se registran. También son objetables el morro color de rosa y las vetas claras en los lados de la cara.

Tamaño: El peso mínimo de las vacas adultas debe ser de unos 700 kilogramos.

Cuernos: Curvados y ligeramente inclinados hacia arriba. De longitud media, finos, afilados hacia los extremos. Los animales mochos no son rechazados para el registro. La ausencia de cuernos no determina discriminación.

Los terneros suelen ser casi blancos cuando nacen y se van poniendo oscuros con la edad. Las crías son grandes, pesando 45 kilogramos o más al nacer. Son excelentes para la producción de carne. Las vacas de la raza Suiza Parda figuran entre las mejores de las razas lecheras para la producción de carne.

La leche de las vacas de raza Suiza Parda tiene como promedio un 4.0 por ciento de grasa y un 13 por ciento de sólidos totales. La producción media de las vacas adultas, en la comprobación de rebaños en 1960, fue de 5,427 de leche y 219 kilogramos de grasa, ordeñadas 2 veces por día (15).

#### **2.4. Producción de leche en el trópico.**

La ganadería lechera en el trópico puede ser factible, con un buen manejo, alimentación y control sanitario, razas como la Holstein se han podido adaptar a las condiciones del trópico (51). En estas zonas el clima no es uniforme, varía con factores inalterables como lo son la latitud, la altitud, la distribución de tierras y aguas, el suelo y sus contornos, y con factores variables como las corrientes marítimas, los vientos, las lluvias, la permeabilidad del suelo y la vegetación.

El clima es una combinación de varios elementos, como temperatura, humedad, precipitaciones, corrientes de aire, condiciones de radiación, presión barométrica e ionización. De estos la temperatura y las precipitaciones son las más importantes (58).

El trópico americano ha presentado un conjunto de situaciones ambientales, económicas, sociales y culturales que ha llevado al desarrollo de una Ganadería Mestiza que, en base a los animales nativos (Criollos), después de siglos de adaptación fisiológica han conservado una aceptable capacidad reproductiva, resistencia al medio, habilidad materna, eficiencia digestiva y una discutible productividad lechera o cárnica. Utilizando este material genético adaptado a las condiciones tropicales y mediante la incorporación de razas lecheras (*Bos taurus*) o cárnica (*Bos indicus*) se ha logrado un mestizaje de doble propósito, cuya finalidad es producir leche y carne en forma económica para satisfacer las necesidades del mercado. Estos animales mestizos, han mostrado una buena eficiencia reproductiva y un incremento en el rendimiento lechero por lactancia, apuntándose, que los animales cruzados eran más eficientes que los criollos o puros explotados en el país, y que esos animales presentaban menos problemas para reproducirse; sugiriéndose, que los sistemas de doble propósito basados en predominancia racial, proveniente del cruce alternativo de las vacas locales criollas o cebú con razas lecheras *B. taurus*, eran más eficientes(41).

## **2.5. Factores que influyen en la producción de leche.**

### **2.5.1. Factores fisiológicos.**

#### **2.5.1.1. Estado de lactancia.**

La leche al principio de la lactancia (calostro) es más rica en sólidos, minerales (Calcio, fósforo, magnesio y cloro) y tiene un alto contenido de vitamina A y D.

A partir del quinto día, estos componentes disminuyen los niveles normales. A los 15 o 30 días después del parto, la leche aumenta hasta llegar a la máxima producción entre los 35-40 días, luego permanece más o menos constante para disminuir poco a poco al final de la lactancia.

El mantenimiento de la producción de leche se llama persistencia de producción y es característica muy importante para seleccionar el ganado lechero, esta característica depende de la clase de animal, de la raza, de la frecuencia de ordeño, del estado de nutrición del animal, del estado de preñes y del manejo general. Las vacas alimentadas con forraje de mala calidad y sin suplementación de concentrados, agotan sus reservas y disminuyen rápidamente la producción de leche. Las vacas en gestación disminuyen gradualmente la producción de leche en un 3% hasta el quinto mes de preñes, a partir de este periodo de disminución es más notable y puede llegar al 20%.(59).

#### **2.5.1.2. Edad.**

Según la raza, la producción de leche tiende a aumentar hasta los 8 años de edad de los animales. El aumento a partir del primer parto hasta los 5 o 6 años es rápido, pero a partir de esta edad es insignificante. A partir del octavo año comienza a disminuir la producción lentamente. El aumento de la producción depende del estado de la novilla durante la primera y segunda lactancia, del estado general de la vaca durante la lactancia, de la salud de la ubre, de la alimentación y principalmente del desarrollo de la ubre durante las primeras lactancias, es muy importante saber cuánto será la producción de leche cuando llegue a su estado adulto. (59).

### **2.5.1.3. Tipo.**

Muchos investigadores están de acuerdo en que no hay una relación entre la forma del animal y la producción de leche. En general la buena capacidad de la ubre, el buen tamaño corporal y la capacidad abdominal son una medida de la habilidad para producir leche y de la capacidad de consume de alimento. Pero la eficiencia que tienen los animales de transformar el alimento en leche, depende de la individualidad o mecanismo anatomo – fisiológico de cada animal de ahí que unas vacas con excelente conformación producen más leche que otras vacas de mejor tipo. (59).

## **2.5.2. Factores ambientales y de manejo.**

### **2.5.2.1. Periodo seco.**

El periodo seco de la vaca antes del parto influye en la producción de leche durante la lactancia siguiente. La ubre de la vaca requiere un periodo no lactante o de descanso antes del parto para optimizar la producción de leche en la siguiente lactación. Se necesita un periodo seco de 45 a 60 días. Se sabe que las células productoras de leche necesitan regresar a un estado no secretor o de reposo para prepararse para la siguiente lactación. La producción de leche será 25 a 30% menos en la siguiente lactación si no se permite un periodo seco. El periodo no lactante está relacionado a la dinámica de la infección intramamaria dentro de un hato lechero. Existen infecciones de la lactación previa, así como nuevas infecciones establecidas durante el periodo seco que contribuyen a aumentar el número de cuartos infectados que sucede con cada lactación sucesiva. Esta relación del periodo seco al nivel de mastitis ha resultado en el desarrollo de la terapia de la vaca seca, que es necesaria para eliminar las infecciones existentes y ayudar a prevenir el desarrollo de nuevas infecciones (40).

Muchos estudios indican que los periodos secos de menos de 6 semanas causan baja en la producción de leche durante la lactancia siguiente, en comparación con periodos de secado de 6 a 8 semanas. Las vacas con periodos cortos de secado o sin ellos, producen entre 60 y 70% de la leche producida por vacas que tienen de 6 a 8 semanas de secado. Los periodos de secado mayores a 60 días, producen un aumento insignificante en la producción Láctea durante la siguiente lactación (15).

#### **2.5.2.2. Estado nutricional antes del parto.**

El estado de nutrición de de la vaca en el momento del parto afecta la producción de leche durante la lactancia. Las vacas en buen estado de carnes sin estar cebadas, tienen buena reserva de nutrientes para estimular y mantener la producción de leche durante las primeras semanas siguientes al parto, llegando a ser más productivas que las vacas en estado deficiente de nutrición (59). Por ello se aconseja dejar descansar las vacas por 55 días antes del parto y suministrarle buen forraje y grano suplementario, además de ello se recomienda la adición de vitamina A, D y E (10).

La producción lechera está condicionada por una alimentación racional de los animales. Consideremos que una vaca da 600 Kg que produce 5,000 Kg anuales de leche, sustrae de su cuerpo una cantidad de extracto seco igual a dos veces y medio el peso de la materia seca del mismo. En un animal insuficientemente alimentado, la producción de leche disminuye rápidamente y su organismo se debilita, mientras que un animal sobrealimentado engordara y sufrirá alteraciones digestivas, con efecto negativo sobre la producción láctea.

Se han llevado a cabo numerosos trabajos en el mundo entero para determinar la influencia de los diversos alimentos de la ración en la composición de la leche. Los resultados obtenidos, a veces contradictorios, son en general difíciles de interpretar. Se sabe, sin

embargo, que no es posible modificar notablemente el contenido de la leche en sus constituyentes actuando sobre la alimentación. No obstante, se ha demostrado recientemente que el contenido en glúcidos de la ración influye de manera significativa sobre la riqueza grasa de la leche. Las raciones a base de alimentos concentrados, muy pobres en heno, la rebajan sensiblemente. Del mismo modo sucede con las raciones constituidas por hierba tierna con aporte importante de alimentos concentrados. Se atribuye este efecto al concentrado insuficiente de la ración en celulosa y sobre todo, a la falta de una estructura grosera. Ello determina una modificación de la población bacteriana del rumen y, como consecuencia, el desarrollo de fermentaciones anormales que provocarían un desequilibrio entre los ácidos grasos volátiles puestos a disposición de la glándula mamaria con miras a la síntesis de la materia grasa de la leche. Por el contrario, se puede modificar con bastante facilidad su composición. Así, los forrajes verdes, las tortas de lino y de colza aumentan el contenido de la grasa en ácidos no saturados y disminuyen la proporción de glicéridos trisaturados, lo que determina que el punto de fusión de la mantequilla sea bajo. Las remolachas, las tortas de copra, de palmera real y de algodón tienen una acción opuesta y permiten la producción de mantequilla de punto de fusión más elevado y, por lo tanto, más consistentes. Ciertos alimentos pueden comunicar a la leche defectos organolépticos. Este es el caso de la mostaza, las berzas, los nabos, del ajo, etc. Los residuos industriales, pulpas o residuos fermentados, pueden incluso ocasionar la producción de una leche que provoque alteraciones digestivas en los niños (56).

### **2.5.2.3. Intervalo entre ordeño y número de ordeño.**

El intervalo entre ordeño y número entre ordeños diarios influyen también sobre la producción de leche. La frecuencia para ordeñar las vacas depende de la capacidad de la ubre,

del estado de la lactación del nivel de producción y nutricional. Las vacas ordeñadas una sola vez al día producen la mitad de la leche que cuando se ordeñan dos veces. De acuerdo con la capacidad de la ubre, la leche elaborada entre dos ordeños ejerce presión sobre los tejidos secretores inhibiendo la secreción de más leche. La secreción de leche se reinicia tan pronto la leche es extraída por el ordeñador. Entre mas pronto se ordeña, mas pronto se inicia una nueva secreción.

#### **2.5.2.4. Temperatura.**

La constancia con que la temperatura actúa sobre la fisiología de los animales tiene una influencia decisiva sobre su productividad es de hecho, al originar una gran monotonía del clima influye enormemente en las reacciones fisiológicas de los animales productores, rebajando, en ultima instancia su productividad y su capacidad reproductora (57). El ganado lechero produce calor en su cuerpo debido a los procesos de digestión, metabolismo, producción y a la actividad física, además del calor recibido por la radiación solar, por eso cuando los animales están sometidos a altas temperaturas deben regular su temperatura corporal disminuyendo el consumo de alimento, la actividad física y el metabolismo, locuaz contribuye a disminuir la temperatura corporal y la disminución de leche. La temperatura más confortable para el ganado lechero es la de 16° C, a temperaturas superiores de 20° C comienza a disminuir la producción de leche en la raza Holstein. Por eso muy importante proporcionar una temperatura más confortable en los climas calidos (59).

Los métodos para minimizar el estrés producido por el calor incluyen: proveer sombra adecuada combinada con rociadores y ventiladores para permitir un enfriamiento por evaporación, darles agua limpia y fresca en cantidades adecuadas, incrementar la densidad de la ración alimentándolas con forrajes de buena calidad y agregando grasa de paso, aumentando

las concentraciones de potasio, sodio y magnesio en la ración. Se les debe proveer de sombras adecuadas y excelente ventilación (40).

## **2.6. Iniciación de la lactación.**

La función principal de la glándula mamaria es la secreción de leche, la que se efectúa en las células epiteliales de los alvéolos. Estas células presentan un núcleo relativamente grande con una o más nucleolos. El nucleolo tiene dos membranas, una externa que es continua con el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi, la otra membrana interna presenta poros para el movimiento o intercambio de materia del núcleo al citoplasma. La cromatina en el núcleo contiene información para la duplicación celular y síntesis de las proteínas de la leche, incluyendo también la formación de enzimas necesarias para la síntesis de otros constituyentes de la leche.

Cada una de las células alveolares de los animales lactantes presenta un abundante retículo endoplásmico y un aparato de Golgi aumentado de tamaño. Presentan además abundantes gotas de proteínitas en los cuerpos de Golgi y en el lumen de los alvéolos. Un poco antes del inicio de la lactación aumenta de manera considerable las mitocondrias.

Las mitocondrias son las responsables de descomponer varias moléculas, especialmente la glucosa y el acetato y capturan la energía resultante en forma de trifosfato de adenosina (ATP). La energía en el ATP es utilizada en las reacciones que son necesarias para la síntesis de la leche. Las mitocondrias son conocidas como los generadores de energía de la célula.

El proceso de la expulsión láctea es un reflejo neurohormonal. El estímulo a las tetas pasa esta el hipotálamo y centros superiores del cerebro a través de la medula espinal produciéndose la liberación de oxitocina. La oxitocina es liberada de la neurohipófisis hacia

el sistema circulatorio donde viaja hasta las células mioepiteliales de los alvéolos. Estos se contraen ante el estímulo de la oxitocina produciéndose la expulsión de la leche.

En el bovino la máxima producción Láctea se alcanza unas 3 a 6 semanas después del parto y luego se reduce hasta el final de la lactación. Al final de la lactación o al cese del amamantamiento o del ordeño, ocurre una rápida regresión de las células secretoras y una degeneración de las estructuras alveolares y lobulares. Las únicas estructuras que permanecen hasta la próxima lactación son los conductos (25).

### **2.6.1. Hormona lactogénica.**

Stricker y grüter descubrieron en 1928 la hormona causante de la iniciación real de la secreción de leche, una vez completado el desarrollo anatómico de la glándula mamaria. Estos fisiólogos franceses hallaron que los estratos de de hipófisis anterior inducían la secreción de leche en vacas si las glándulas estaban debidamente desarrolladas. Se dio a esta hormona específica de la hipófisis anterior, causante de la iniciación de la lactación, los nombres de galáctina, prolactina y hormona lactogénica, los dos últimos son los que se usan con mayor frecuencia.

En los mamíferos, el principal papel de la hormona lactogénica es la inducción de comienzo y mantenimiento de la secreción de leche, pero puede desempeñar además un cierto papel en el instinto maternal. (46).

El mantenimiento de la producción de leche está asegurado por la elaboración continua de prolactina. Sin embargo, esta elaboración va siendo menor gradualmente después del parto, lo que explica la disminución progresiva de la producción de leche.

Los factores hormonales juegan, pues, un papel fundamental en la aparición y mantenimiento de la de la secreción láctea. Ligados al individuo, varían con la raza, la familia

y el estado de salud. Estos factores hormonales son, fundamentalmente, el objeto de la selección.

Se conoce también el mecanismo que determina la evacuación de la leche en el momento del ordeño. Se trata de un acto reflejo neurohumoral. La excitación nerviosa producida al nivel de la mama por el masaje y la manipulación de los pezones, llegaría a la hipófisis, que segregaría entonces una hormona: la oxitocina. Esta hormona, transportada por la sangre, provocaría la contracción de los alvéolos y permitiría la eyección de la leche. Su acción sería fugaz, ya que cesaría una decena de minutos después. De aquí la importancia de efectuar el ordeño con rapidez mientras dura el efecto de la oxitocina (56).

### **2.6.2 La eyección de la leche.**

La secreción láctea comienza desde los alvéolos llenándose la cavidad de los alvéolos, los conductos y las cisternas. Al principio la secreción es rápida, pero a medida que los espacios de almacenamiento se van llenando, aumenta la presión, y la rapidez de secreción disminuye. La leche no se forma con la misma rapidez con que se formaba cuando la ubre estaba vacía o casi vacía. Esto explica porque las vacas muy productoras segrean una cantidad de leche notablemente mayor cuando se ordeña 3 o 4 veces al día que cuando se hace 2 ordeños cada 24 hrs. (42) Como resultado de la mejora en las técnicas de estudio de los factores que afectan a la secreción de leche se sabe hoy que casi toda la leche está presente ya en la ubre antes del ordeño. Se ha comprobado igualmente que la leche se segrega mucho más rápidamente inmediatamente después del ordeño, cuando la ubre está vacía. A medida que la ubre se va llenando de leche, aumenta la presión dentro de los conductos y de los alvéolos y determina una menor secreción (46).

El tiempo que media desde el inicio de la estimulación de los pezones hasta la bajada de leche, es de 30-60 segundos, pero varía entre vaca y vaca y también depende del momento de la lactancia de la misma. En el pasado se postuló que la secreción de oxitocina era momentánea y que la liberación sucedía una cada vez durante el ordeño. Investigaciones recientes demostraron que la liberación de oxitocina se producía durante todo el ordeño.

El reflejo de eyección de la leche, incluyendo la secreción de oxitocina, puede ser desencadenada de muchas maneras, como ser aplicando diferentes estímulos táctiles, bajo la presencia, ruidos o vista de los terneros, y por la alimentación de concentrados en la sala de ordeño, demostrado en la figura debajo.

La estimulación mas efectiva de los pezones para la bajada de leche es a partir del ternero. Una técnica óptima de estimulación debe imitar la succión del mismo. La succión realizada por el ternero incluye una pre estimulación, una entrada de leche y una estimulación posterior (16).

El estímulo de succión origina impulsos nerviosos que llegan al hipotálamo y de aquí al lóbulo posterior de la hipófisis, el cual responde descargando oxitocina; esta a su vez, causa contracción del tejido mioepitelial de la glándula mamaria (38). La prolactina una hormona que es soltada durante el ordeño, está activa activamente el de al secreción de las células mamarías. Cuando se aumenta la frecuencia de ordeño, estas células de secreción activamente aumentan en número (54). No es el estímulo de la glándula mamaria el único fenómeno que induce la excreción láctea. Basta, para iniciar la cadena neurohumoral en la vaca, el ruido de los cubos de ordeño la presencia de las terneras, ruido de las maquinas ordeñadoras ó llegada de la hora al que normalmente se ordeñan también inducen la descarga de leche (38). Para obtener cantidades máximas de leche es necesario sacar la leche de la ubre tan pronto como sea posible, una vez que se halla producido el estímulo hormonal preciso para que la vaca

ceda la leche (46). Estos estímulos llamados táctiles, producen impulsos nerviosos que por vía centrípeta llegan a la hipófisis, determinando la producción de descargas oxitocinicas o prolactinicas. Además de estos estímulos hay otros que se obtienen normalmente en la sala de ordeño, con la ducha o lavado con agua templada. Estos llamados termosensibles, actúan en unión de los anteriores determinando descargas hormonales (37). Estos principios son aplicados íntegramente por el ganadero y son la base de las distintas técnicas de ordeño rápido que se están recomendando. (46)

Los investigadores actuales han encontrado que ciertos estímulos, como el lavado de los pezones y ubres con agua templada o caliente, determinan la secreción de una hormona denominada oxitocina (27) la cual actúa en el momento del parto y provoca eyección de la leche mediante la contracción de unas fibras musculares muy finas esta se produce en los núcleos supraópticos y paraventricular del hipotálamo y fluye por la vía neural hacia la neurohipofisis en donde se almacena. No existe una hormona liberadora de esta sustancia. En respuesta a estímulos adecuados para la bajada de la leche, o por la contracción del miometrio durante el parto, la neurohipofisis libera oxitócica (7) el efecto estimulante de la hormona oxitócica empieza a manifestarse de 1 a 2 minutos después de lavar la ubre. Su efectividad dura aproximadamente 7 minutos. Por lo tanto se debe iniciar el ordeño uno o dos minutos después de haber lavado la ubre y terminarlo dentro de los 7 minutos incluido el agotamiento final ( 27 ) cualquier evento externo desagradable en la ordeñada hará que el sistema nervioso simpático libere la neurohormona adrenalina de la médula suprarrenal al sangre. La adrenalina es un vasoconstrictor poderoso, capaz de reducir el riego sanguíneo al ubre y evitar de ese modo que la oxitocina llegue a las células mioepiteliales en cantidades suficientes para provocar su contracción. La inyección de oxitocina en ese momento no es eficaz. Ciertas pruebas sugieren también que la adrenalina puede inhibir directamente a las

células epiteliales en su respuesta a la oxitocina (5).

El efecto de eyección de leche podría también ser inhibido. Hay diferentes tipos de inhibición, centralmente en el cerebro o localmente dentro de la ubre. ¿Qué puede causar la inhibición del reflejo? Un tratamiento áspero de la vaca por parte del productor, incomodidad durante el ordeño causado por la máquina de ordeño, ambientes poco familiares y manejo inconsecuente son algunos ejemplos.

Para estimular el reflejo de eyección de leche y no inhibirlo, es muy importante tratar a las vacas en la manera más apropiada durante y antes del ordeño. El ordeño representa una secuencia muy compleja de condiciones del proceso. Las primeras señales que indican que se acerca el ordeño (ruido de la máquina de ordeño cuando se prende, etc.) disparan una compleja serie de procesos psicofisiológicos que preparan a la vaca para la bajada de la leche. Si este proceso es perturbado de una u otra manera la eyección de la leche puede inhibirse. De hecho la recomendación será cronometrar consistentemente las rutinas, tal como el lavado de la ubre, la aplicación de las pezoneras y la sincronización de otras rutinas tales como la alimentación o la preparación de las camas. Los eventos deberían tomar lugar en un orden regular cada día (16).

## **2.7. El ordeño.**

El control diario de producción lechera es fácilmente realizable, y es un factor importante en relación con el incremento de la producción. La cantidad ordeñada se anota en un cuadro de rendimiento lo cual permite calcular simultáneamente la media del establo y de ordeño (45). La frecuencia de ordeño influye mucho también en la afluencia del líquido vital, conviene, pues, a quien desee obtener leche de sus vacas, que ordeñe, no dos veces diarias sino 3 ó mas. Los ordeños poco frecuentes provocan la disminución de la secreción láctea y

suspendiéndolos durante cierto tiempo las vacas pueden agotarse (17). El proceso del ordeño es semejante al a recolección de las cosechas, el ganadero ha producido forrajes para alimentar a las vacas, las ha alimentado y cuidado. Luego las ordeñas y los ingresos que obtiene por todas estas operaciones dependen de la cantidad y calidad de la leche que las vacas producen. Entre las actividades que se realizan en una explotación lechera, es el ordeño la más importante. Esta actividad es a la vez arte y ciencia. (43).

### **2.7.1. Ordeño mecánico.**

El ordeño a máquina ha venido a remediar la falta de mano de obra y aumentar la productividad del trabajo en el establo. Constituye, también, un aumento de progreso social, ya que evita una labor penosa y desagradable.

La mecanización del ordeño está aún en sus comienzos en Francia, donde no llega al 10% el número de vacas que se ordeñan a máquina (menos de 1% antes de la guerra). En Dinamarca y en Estados Unidos este porcentaje se eleva al 30%, en algunas regiones de Inglaterra al 60% y en Nueva Zelanda al 85%.

El escaso desarrollo del ordeño mecánico en Francia se debe en primer lugar a su estructura agrícola y ganadera, caracterizada por el predominio de las pequeñas explotaciones. Otro factor responsable esta situación es la rentabilidad, siempre insuficiente, de la producción lechera (56).

### **2.8. Frecuencia de ordeño.**

Una de las formas más comunes de incrementar la producción de leche, es a través del aumento de la frecuencia en el ordeño. Un ordeño más frecuente durante la lactancia

temprana puede no sólo incrementar la producción de leche durante el período frecuente de ordeño, sino también prolongar estos efectos en la lactancia.

Además, al aumentar la producción de leche subsecuente, la duración de los intervalos entre ordeños no tienen que ser iguales, y el ordeño frecuente puede llevarse a cabo las primeras 3 semanas posteriores al parto.

Una simple manipulación en los horarios de ordeño, aumentando la frecuencia del mismo en la lactancia temprana, puede ser una manera de mejorar la producción de leche del hato, relativamente sin intensos trabajos y económicamente beneficiosa.

Aunque la mayoría de las vacas en Estados Unidos son ordeñadas 2 veces al día (2x), un número en aumento de vacas están siendo ordeñadas 3 veces al día (3x) (más del 25 % en uno de los últimos datos informativos del Departamento de Agricultura).

La ganancia de un ordeño 3x depende de un incremento de la ganancia en leche menos el costo agregado de una alimentación aumentada, trabajo, utilidades, implementos, depreciación y otros gastos asociados con este ordeño extra.

A menudo, cuando los productores consideran adoptar una frecuencia aumentada de ordeño, un factor clave en la decisión es conocer qué tipo de incrementos esperar en la producción de leche. En el pasado, la respuesta a un ordeño 3x ha sido caracterizada como un aumento del 15 al 20 %. El Departamento de Agricultura aún utiliza un aumento de porcentaje para ajustar las producciones para una frecuencia aumentada de ordeño, aunque estos factores han sido ajustados en descenso recientemente.

Una fuerte evidencia sugiere que la respuesta en la producción de leche es un incremento fijo en lo producido por el hato lechero más que un aumento porcentual. En 1995, se publicaron los resultados de más de 40 comparaciones de estudios sobre el ordeño 2x

versus el ordeño 3x, recopiladas desde el año 1930.

Sobre una lactancia completa, el ordeño 3x aumentó la producción de leche obteniendo un promedio de 7,7 libras de leche comparado con el ordeño 2x. Esta fue una conclusión destacable considerando que la respuesta de producción fue similar, a pesar del nivel de producción de leche de las vacas. El mismo resultado puede esperarse cuando la frecuencia de ordeño se incrementa por un corto tiempo durante una etapa tardía de lactancia, y luego, volviendo a la rutina de ordeño normal.

Estudios que evaluaron un ordeño 4x demostraron que la producción de leche aumento en 10,8 libras/vaca/día, comparadas con una rutina de ordeño 2x. Es más, fácil incrementar la frecuencia de ordeño en el período temprano de la lactancia, que en un período mediano a tardío, puede resultar en aumentos subsecuentes de la producción de leche, aún luego de retornar a un ordeño 2x (4).

El aumento de la frecuencia de ordeño en las vacas lecheras, da lugar al aumento de la producción de leche. Si al hato se le proporciona la nutrición adecuada para apoyar el aumento de la producción de leche, después las ventajas se mantendrán en un cierto plazo. Este aumento en la producción de leche es encontrado generalmente provechoso por los productores de leche y mantenido, siempre que la ganadería pueda obtener acceso a un porcentaje adecuado en trabajo de alta calidad requerida.

El registro de las ganaderías que usaban frecuencia de ordeño aumentada, obtuvieron producciones de la leche mayores según los resúmenes presentados por el USDA (Wiggans, comunicación personal). En los países en donde la suplementación de somatotropina de los bóvidos se prohíbe, por ejemplo Canadá, el uso de la frecuencia de ordeño aumentada puede ser una opción más atractiva para la ganadería.

Cuando las ganaderías desean considerar adoptar el aumento de la frecuencia de ordeño como una metodología de manejo para elevar la producción de leche del hato, la pregunta que se plantea a menudo es “¿cuánto aumento de leche esperamos?”. Hay mucha confusión con respecto a la cantidad esperada en la literatura científica, educativa y popular disponible a los productores. Las ganaderías desean a veces disminuir la frecuencia de ordeño en una determinada etapa de la lactancia en este caso la última, y se plantea la pregunta “¿podremos obtener efectos persistentes en el resto de la lactancia después de haber parado los ordeños adicionales?”. La mayoría de los productores han observado niveles mas altos de la producción de leche después de haber regresado a la frecuencia de ordeño antes realizada, en pocas palabras los efectos del aumento de la leche provocados por el incremento en la frecuencia de ordeño persisten en el resto de la lactancia a un después de haber disminuido la frecuencia de ordeño. El objetivo de esta presentación es describir los estudios que evaluaron respuestas al incremento de la frecuencia de ordeño en las ganaderías de vacas lecheras (35).

### **2.8.1. Respuesta al aumento en la frecuencia de ordeño.**

Una pregunta común de que resultados podemos obtener nosotros al aumentar la frecuencia de ordeño: la respuesta es sobre quince o veinte por ciento de la producción anterior del hato. El USDA acostumbra un porcentaje del nivel de la producción del hato a considerar por el hecho de aumentar la frecuencia de ordeño, muchos productores de hatos lecheros han observado que sus vacas tienen una respuesta fija típicamente de 6.6 o 7.7 libras de leche por vaca por día. No había ningún informe en la literatura científica que evaluara si la respuesta era un porcentaje de la producción anterior o un cierto número de libras en el término de respuesta en el rendimiento fijo (34).

Un análisis estadístico de ensayos previamente publicados, fueron conducidos a estudiar el acercamiento a esta pregunta y este acercamiento es llamado “meta-análisis.” el meta-análisis es común en veterinaria humana. En un total de 19 informes de la literatura de esta investigación fue encontrado el uso del meta-análisis. Algunas publicaciones realizaron comparaciones múltiples de ordeño, y dentro de cada de estas investigaciones se realizo las comparaciones de un ordeño diario, dos ordeños diarios, tres ordeños diarios y cuatro ordeños diarios. Se consideraron como si fueran datos de una misma ganadería en la cual se habían comparado las diferentes frecuencias de ordeño.

La diferencia media para los resultados de las comparaciones de la producción de la leche, fueron las siguientes: Había una ventaja significativa de 7.7 y 2.78 libras/vaca/día para vacas ordeñadas 2 veces diarias contra vacas ordeñadas 3 veces diarias y vacas ordeñadas 4 veces diarias, respectivamente. Había una reducción significativa de 13.64 libras/vaca/día al ir de 2 ordeños diarios a 1 ordeño diario (35).

### **2.8.2. Incrementando la frecuencia de ordeño a 2 veces diarias.**

El ordeño 2x es el más común en las ganaderías lecheras, estando estos en los intervalos de doce horas. Incluso hoy en día los E.E.U.U. Midwestern hay agricultores donde están realizando los 2 ordeños por día con un intervalo de tiempo de 10 a 14 horas resultando esto como una práctica común. En Europa, Australia, y Nueva Zelandia los 2 ordeños diarios en intervalos de 12 horas no son prácticas comunes. La razón principal de los intervalos de ordeño de 10 a 14 horas es generalmente un factor social. La investigación no es concluyente en cuanto a las ventajas de un intervalo de 12 horas con respecto a un horario de 10-14 horas.

En un estudio realizado por Cornell en 1963 donde se ordeñaron vacas 2 veces por día en intervalos de 8 a 16-horas y otras vacas ordeñadas 2 veces por día en intervalos de 10 a 14 horas. Al parecer estos intervalos de ordeño produjeron solamente 1% menos que un intervalo de ordeño de 12 horas, la producción de leche por vaca por año era de 15.000 libras de leche. En investigaciones realizados por la universidad de Minnesota en 1954, Nueva Zelanda en 1956 y Australia en 1955. Realizaron un ensayo con las vacas que tenían una producción de leche diaria relativamente baja de 17-28 libras ordeñadas dos veces diarias y un intervalo de ordeño diario desigual de 10 a 14 horas. Al parecer no tenían una disminución significativa de la producción de leche diaria cuando estas se compararon a un intervalo de ordeño de 12 horas. El nivel de la producción de leche pudo haber contribuido a los resultados de estos ensayos. Un estudio más reciente realizado por la universidad de Illinois demuestra que las vacas cuya producción era sobre las 70 libras de leche diarias y cuyos intervalos de ordeño oscilaban entre 9 a 15 horas, obtienen una disminución en la producción de al parecer un 2% con respecto a la producción de leche de las vacas ordeñadas en un intervalo de 12 horas. Es una observación del autor que ganaderías con vacas lecheras cuya producción de leche diaria es de más de 60 libras por vaca por día en un intervalo de 10 a 14 horas aumentarían la producción de leche de 4 a 6%, al cambiar a intervalos de 12 horas en un plazo de dos semanas después de haber realizado el cambio. Por lo tanto, podría presumirse que la actual práctica de ordeñar las vacas en intervalos de 12 horas dará lugar a una producción más alta en ganaderías que realizan dos ordeños diarios (2).

### **2.8.3. Incrementando la frecuencia de ordeño a 3 veces diarias.**

Según investigadores ordeñar las vacas 3 veces al día se ha vuelto una frecuencia de ordeño común en los recientes años con el objetivo de aumentar la producción de leche en

vacas seleccionadas. A través de la mecanización de la sala de ordeño y el aumento de la eficiencia del manejo de las vacas se ha podido observar cambios en la producción de leche mejorando la rentabilidad de los hatos lecheros, obteniéndose como resultado un porcentaje del 3-39% para las vacas cambiadas de 2-3 ordeños (1).

El ordeño tres veces al día (3x) en vez de 2x aumenta la producción láctea aproximadamente en un 10 a 15% en las vaquillas de primera lactación. La práctica de ordeñar 3x debe continuarse hasta el final de la lactación para lograr los máximos beneficios. Anteriormente se pensaba que el incrementar la presión dentro del alveolo en la glándula mamaria era responsable de una menor producción de leche con los 2x ordeños. Hallazgos recientes indican que el ordeño frecuente remueve una proteína inhibidora normalmente presente en la ubre, esto es responsable del incremento de producción. Esto no sólo estimula una mayor actividad secretora, sino también la cantidad de tejido secretor. La investigación en el tema pudiera permitir a los granjeros aumentar la producción vacunando a sus vacas contra la proteína inhibidora (40).

El ordeño de las vacas 3x se ha convertido en una frecuencia de ordeño común en estos últimos años. A partir de 1920 a 1950 el 3x fue aplicado para aumentar la producción de leche en vacas seleccionadas. El precio creciente de instalaciones por vaca, el aumento en eficacia de trabajo con la mecanización de la sala, y una producción más alta por vaca han aumentado el interés en el ordeño de 3x para mejorar los beneficios de la empresa lechera. Un porcentaje de la respuesta es del 30 al 39% para las vacas cambiadas de 2x a 3x. El manejo y las instalaciones tienen ciertamente un papel importante en la respuesta del porcentaje al ordeño 3x. Los requisitos de la nutrición para cualquier aumento potencial en la producción de leche se deben también resolver, con las ganaderías ordeñadas 3x que son alimentadas tres veces o más cada día. El manejo del ordeño y los sistemas de ordeño deben

ser de de calidad superior para asegurar salud en la ubre de la vaca. La distancia que camina la vaca en el carril del corral o el área de la sala de ordeño no debe exceder de 182,93 a 213,42 metros, y el tamaño del grupo no debe exceder la capacidad de la sala a la hora de ordeñar. La carencia de instalaciones o del manejo apropiado puede dar lugar a una respuesta baja al ordeño de la frecuencia 3x. Un cambio de ordeño adicional aumentará requisitos de trabajo, aunque el tiempo total requerido para ordeñar el mismo tamaño de la manada será aproximadamente del 8 al 10% menos para 3x que las manadas ordeñadas 2x. La respuesta al aumento de leche producido por la frecuencia 3x varía también por número de la lactancia. En una comparación de siete manadas en California en 1986, se demostró que el aumento en la producción de leche para las vacas de la primera lactancia era 19.4%, segundas lactancias 13.5%, la tercera lactancia 13.4% y cuatro a más lactancias 11.7%. Un estudio de Arizona que evaluó los registro de ganaderías que cambiaron de 2x a 3x mostraron un aumentó del 15% en la producción de la leche en un plazo de 12 meses después de haber cambiado la frecuencia de ordeño. Otro estudio en 1977 con manadas que se cambiaron en un periodo de seis semanas de la frecuencia 2x a la frecuencia 3x, la producción de la leche fue aumentada al 7% para las vacas de la segunda lactancia y más lactancias, y el 11%. Una investigación Británica que evaluó la implementación de la frecuencia 3x durante las primeras 20 semanas de la lactancia y obtuvieron una producción creciente de la leche de el 19% para las vacas de mas de una lactancia y el 13% para las vacas de primera lactancia. La mayoría de estudios de las investigaciones han sido medir la producción de leche con respecto a la frecuencia de ordeño 3x. Hay menos datos sobre los efectos del ordeño en salud de la reproducción y de la ubre, y los datos no son concluyentes. No se divulgó ningún efecto del ordeño 3x en el funcionamiento de la reproducción, en un ensayo de Georgia en 1985 y otro de California en 1986 obtuvieron una diferencia en el funcionamiento reproductivo con respecto a el número

de lactancias para vacas ordeñadas 2x contra las vacas ordeñadas 3x. Las vacas ordeñadas 3x durante la primera lactancia tenían más intervalo entre parto y días abiertos que las vacas ordeñadas 2x, las vacas de la segunda lactancia y más no demostraron ninguna diferencia en los días abiertos para vacas ordeñadas 3x contra las vacas ordeñadas 2x. DePeters y otros en 1985 divulgaron una tendencia más pobre en el funcionamiento reproductivo para vacas ordeñadas 3x que las vacas ordeñadas 2x al día (39). Gisi y otros en 1986 obtuvieron una tendencia reducida en la eficacia reproductiva para las vacas ordeñadas 3x comparadas con las vacas ordeñadas 2x. Las vacas ordeñadas 3x durante la primera y segunda lactancia tenían más intervalo entre parto (0.2) que vacas ordeñadas 2x; sin diferencia en la tercera y cuarta lactancia. Algunos informes de las investigaciones han sugerido que producciones más altas de la leche afectan al contrario la eficacia de la reproducción de vacas, incluso de vacas ordeñadas 2. Los resúmenes de los datos obtenidos por las investigaciones mencionadas anteriormente indican que la eficacia reproductiva puede ser más baja durante la primera lactancia para las vacas que son ordeñadas 3x y sin efecto sobre las vacas de más lactancias. La disminución de la eficacia reproductiva si es bajo es muy pequeña y en la mayor parte de los ensayos no era estadísticamente significativo. La longevidad de la vaca fue evaluada en el ensayo de 1986 California, siendo pocas vacas que eran descartadas en las ganaderías que ordeñaban la vaca 3x contra las ganaderías que ordeñaban la vaca 2x. La salud de la ubre no fue afectada por el tercer ordeño y no se divulgó ninguna diferencia en las pruebas de la mastitis de California. Pearson y otros no divulgaron ninguna diferencia en la salud de la ubre para las vacas ordeñadas 3x cuando se compararon con vacas ordeñadas 2x. En un ensayo realizado por los investigadores de Kentucky en 1983 determinaron que el recuento de las células somática era más bajo, y no había diferencia en el número de nuevas infecciones bacterianas entre vacas ordeñadas 3x y 2x. Por lo tanto, si una ganadería ha instalado y ha

mantenido correctamente el ordeño con prácticas de ordeño aceptables, no habrá ningún aumento en el recuento de células somáticas u ocurrir mastitis clínica.

Con esto se concluye, que si las ganaderías manejan bien el ordeño 3x deberá aumentar la producción de leche en 10 a el 18%, la eficacia reproductiva dentro de las vacas de primera y las segunda lactancia pueden ser levemente más bajas. Si las ganaderías que ordeñan las vacas 3x son mal manejadas o con instalaciones inadecuadas los efectos serian inversos y podrían solamente agravar problemas ya existentes dentro de la ganadería (2).

#### **2.8.4. Incrementando la frecuencia de ordeño a 4 veces diarias.**

Investigadores señalan que el ordeñar 4 veces al día no es una nueva práctica, algunos estudios efectuados para evaluar los rendimientos de 4 vrs 3 ordeños para una lactación completa se obtuvieron aumentos en la producción de 5-12% para las vacas ordeñadas 4 veces sobre las ordeñadas 3 veces. Estudios Dinamarqués encontraron un aumento del 15% de las vacas ordeñas 4x sobre las ordeñadas 3x, los efectos de ordeñar 4 veces en la producción de leche es de un 29-30% sobre 2 ordeños, mientras que del 9-14% fue el resultado de compararlo con 3 ordeños, durante el primer mes de haber efectuado el cambio (2). Estudios realizados por científicos para predecir los niveles de producción de leche, aplicaron los factores que interviene en la producción de leche durante la lactancia. Evaluando la frecuencia de ordeño y la nutrición, ellos calcularon el crecimiento de la célula mamaria entre el ordeño y durante la lactación para ver como afectarían los rendimientos de leche.

Cuando se comparo 1 vrs 2 ordeños diarios se obtuvieron diferencias de 6.2 kg/día, para 2 vrs 3 ordeños diarios se obtuvieron diferencias de más 3.5 Kg/día y para 3 vrs 4 ordeños diarios se obtuvo de más 4.9 kg/día. Los investigadores calcularon que ordeñando

una vez por día se podría producir una pérdida del 29 al 33% de la producción de en comparación con 2 ordeños, de 2 a 3 ordeños se calcula de un 8 al 10% de pérdida y del 12 al 16% para 3 ordeños diarios comparados con 4 (54)

La secreción de la leche es similar en intervalos de 3, 6 y 9 horas de ordeño, pero presenta una caída en los intervalos siguientes (15 y 24 horas), siendo estadísticamente similares los intervalos de 6 horas (como en el ordeño 4x) y los de 9 horas en el ordeño 3x, intervalos mayores (2x y 1x) se traducen en menores producciones de leche. Mientras más produzca una vaca por mayor número de ordeños más beneficioso será con la excepción de que, el mecanismo que rige la secreción de la leche es un factor autocrino en la misma, actúa sobre las células secretoras del alveolo, entonces, si el animal tiene una proporción mayor de espacios cisternales, establece una mayor tolerancia a intervalos de ordeño largos.

En Holanda las vacas que son ordeñadas en un sistema de ordeño robotizado, tienen un acceso a la sala de ordeño las 24 horas del día, el 83% de las vacas se incorporan voluntariamente a la sala de ordeño entre 3 a 5 veces por día, obteniendo un promedio de 3.9 ordeños por día, pero el 17% de las vacas no se ofrecieron voluntariamente a ser ordeñadas en todos. Una compañía lechera en Arabia Saudita con una cantidad excesiva de 16,000 vacas, ha estado ordeñando 4x por más de cinco años. En noviembre de 1996 el hato promedió una cantidad en leche vendida de 25.752 libras/año, con un índice diario muy bajo de 0.20% de mastitis clínica.

La distancia máxima que caminaban las vacas a la sala de ordeño es menos de 129,57 metros. Las vacas que eran ordeñadas 4x durante más de tres años no presentaron efecto sobre salud o longevidad de la ubre. Hillerton y otros encontraron que la cuenta de las células somáticas de las vacas que fueron cambiadas de un ordeño 2x a una frecuencia de ordeño 4x, aumentó durante los primeros cuatro días después de el cambio después volvió al nivel

original, que era menos de 100.000. La mastitis clínica era también más baja en las vacas ordeñadas 4x. Cuentas más bajas de las células somáticas con ordeños más frecuentes también se han divulgado en los estudios holandeses. Las observaciones de los hatos en los E.E.U.U. y Arabia Saudita indicarían que el tamaño de la inflamación superior en las vacas que son ordeñadas 4x podría influenciar sobre las condiciones del pezón-extremo. Las incidencias de la erosión del pezón-extremo fueron reducidas en las vacas que son ordeñadas 4x. Aunque no parecía haber una correlación entre la severidad de la erosión del final del pezón y el índice de la mastitis clínica. Lo beneficioso de ordeñar 4x será influenciado por el costo de la alimentación, precio de la leche, y el costo de trabajo (2).

#### **2.8.5. Incrementando la frecuencia de ordeño a 6 veces diarias.**

Lorin y Matt Berge tienen un ritmo de trabajo muy apretado en la granja BADGER PRIDE LLC, de Valders, Wisconsin. Saben lo que cuesta producir cada kilo de leche. De acuerdo con la rentabilidad, la alta producción y el confort de las vacas son el factor en cada decisión que tomen.

De modo que cuando los Berge empezaron a ordeñar las vacas recién paridas 6 veces al día y se mostraron satisfechos con altos resultados como para seguir haciéndolo un año después. La forma en que funciona el horario de ordeño fue el siguiente: se ordeñaban las vacas recién paridas seguidas de los corrales 3 y 4. Esta secuencia se repite 3 veces al día de manera que las vacas recién paridas son ordeñadas 6x y el resto del hato 3x. Las vacas recién paridas son ordeñadas de 35-38 días esto sobre la base de que es más importante el número de vacas en el corral que los días que son ordeñadas 6x.

Habiendo pasado mas de 300 vacas por su programa 6x he aquí algunos resultados que han observado la producción de leche definitivamente ha mejorado: antes del ordeño 6x no

habían vacas que alcanzaran un pico de producción de 132 libras, ahora la mitad de las vacas maduras alcanzan picos entre 121-169,4 libras dentro de las primeras 2 semanas después del parto la otra mitad alcanza picos entre 88-132 libras. 24,2 libras en incremento de vacas maduras y 11-15,4 libras de incremento en el pico de producción en vaquillas de 2 años (14)

En un reciente estudio se comprobó que aumentando el número de ordeños en los hatos lecheros se obtiene una mayor producción de leche, pero el porcentaje de grasa disminuye en un periodo corto, pero en una lactancia completa resulta ser mayor. Aumentando la frecuencia de ordeño también se logra obtener una mejora en el estado de salud de la ubre como disminución en la cuenta de las células somáticas (CCS) observado para 3x comparado con 2x (54).

#### **2.8.6. Programación para el aumento de la frecuencia de ordeño.**

Si un ordeño más frecuente para la lactancia completa no es factible porque las instalaciones o el trabajo lo restringen, una estrategia diferente es programar el aumento de una frecuencia de ordeño para tiempos seleccionados durante la lactancia. Luego de volver a un ordeño menos frecuente, la producción de leche generalmente vuelve a las cantidades previas. Si el ordeño se incrementa inmediatamente después del parto, por al menos 3 semanas, un crecimiento aparente en la producción lechera continua aún luego de detener el ordeño aumentado.

La investigación para la tesis de maestría de Ashley Sanders, de la Universidad de Maryland, examinó los efectos de un ordeño 6x versus un ordeño 3x, inmediatamente desde el

periodo posterior al parto, hasta las seis semanas, para vacas en primera y en segunda lactancia.

Estos, incrementos en la producción de leche se mantuvieron aún más allá de las seis semanas de aumentar la frecuencia de ordeño. Mientras la respuesta de las vacas de la primera lactancia fue mínima e insignificante, las vacas en segunda lactancia con frecuencia aumentada de ordeño de 6x, produjeron 97 libras/vaca/día. Aún luego de haber cesado el aumento de la frecuencia de ordeño, persistió una diferencia significativa en la producción de leche dentro del grupo de segunda lactancia. Pasados más de 305 días, las vacas de segunda lactancia con un ordeño 6x produjeron 90,4 libras/vaca/día, mientras que las vacas en primera lactancia con ordeño 3x produjeron 84,0 libras/vaca/día. El efecto de paridad en la producción lechera se atribuyó tanto a un menor peso corporal al parto, como a una edad promedio más joven (34).

#### **2.8.7. Tiempo requerido para suspender el aumento de la frecuencia de ordeño.**

Un aumento de la frecuencia de ordeño no tiene que continuar más 6 semanas para producir un efecto prolongado en la producción de leche.

Se ha obtenido un estudio completo en el cual las vacas fueron ordeñadas 4x inmediatamente después del parto hasta los primeros 21 días de lactancia y luego regresadas a un ordeño 2x. La diferencia con el estudio del ordeño 6x, en el cual los intervalos de ordeño fueron aproximadamente los mismos a lo largo del día, en este estudio, los intervalos de ordeño fueron más cortos. Las vacas 4x fueron ordeñadas inmediatamente antes que las vacas 2x y de nuevo aproximadamente 3 horas más tarde, al final de una rutina de ordeño normal. Esto hizo que el intervalo de ordeño para 2x fuese de 9 a 11 horas, mientras que el 4x fue sólo de 3 a 8 horas. Durante las 3 semanas de haber aumentado la frecuencia de ordeño, la

producción de leche fue de 74.1 libras/vaca/día para las vacas ordeñadas 2x y 88.7 libras/vaca/día para las vacas ordeñadas 4x. Luego de volver todas las vacas a un ordeño 2x la producción de leche fue de 79.4 libras/vaca/día y de 85.6 libras/vaca/día para las vacas ordeñadas 2x y 4x respectivamente. La diferencia de (6.2 libras) es sólo levemente más baja que la respuesta promedio de un ordeño 3x para una lactancia completa (7.7 libras). Estos resultados son de particular importancia ya que el intervalo de ordeño y el período de ordeño aumentado fueron relativamente cortos, sumando sólo 21 días en una lactancia ajustada de 305 días. Esto sugiere ampliamente el beneficio de una frecuencia aumentada de ordeño, que puede lograrse añadiendo una labor relativamente pequeña para el ordeño extra, usando una estrategia en la cual las vacas son ordeñadas con más frecuencia, sólo durante el propio inicio de la lactancia (60).

Investigadores han usado el aumento de la frecuencia de ordeño para estudiar la respuesta fisiológica de la vaca a niveles altos de producción de leche. Los investigadores encontraron que había un aumento significativo en producción de leche, después de regresar a la rutina de 3 ordeños, además encontraron también que las vacas ordeñadas 3x tenían un aumento de 16.06 libras/vaca/día por encima de 3x, durante las tres semanas del estudio después de las seis semanas de ordeñar las vacas 6x todas estas pasaron a 3x donde todavía prevaleció un aumento para las vacas que se ordeñaron 6x de 11 libras/vaca/día durante toda o parte del resto de la lactancia.

En un estudio se eligieron 50 vacas holstein estas distribuidas en dos tratamientos: vacas de primera lactancia y vacas de más de una lactancia, la mitad de cada tratamiento se ordeñaron durante seis semanas a 6x y el resto a 3x. Los resultados fueron que las vacas de primera lactancia ordeñadas a 6x durante las seis semanas tuvieron una producción de leche de

31 libras esto sobre la producción del ordeño 3x que fue de 29.3 libras. Además se calculo el error estándar para la media que fue de 1.6 libras, cuando se comparo al final de la lactancia la producción de para las vacas ordeñadas 6x fue de 36 libras y 36.7 libras para 3x y un error estándar de la media de 1.3 libras. Cuando se compararon los rendimientos de las vacas de más de una lactancia ordeñadas 6x durante seis semanas se observo que estas obtuvieron una producción de leche de 44.10 libras mientras que las que se ordeñaron 3x obtuvieron una producción de 38.10 libras con un error estándar de la media de 1.10 libras, cuando se analizo la lactancia completa se encontró que las vacas ordeñadas a 6x durante 6 semanas alcanzaron una producción de leche de 44.10 libras y una producción de 38.2 libras en las ordeñadas a 3x con un error estándar de la media de 1.9 libras (35).

Otro estudio dicta también resultados obtenidos sobre la producción de leche y sus componentes en vacas de primer parto y mayores de un parto ordeñadas dos y tres veces diarias. Las vacas de primer parto ordeñadas 2x, tuvieron rendimientos de leche de 41.14 libras/vaca/día, un porcentaje de grasa de 3.69% y un rendimiento de grasa de 769 gramos/vaca/día. Las ordeñadas 3x produjeron 48.40 libras de leche/vaca/día, un porcentaje de grasa de 3.62 % y 859 gramos de grasa/día.

En vacas de más de un parto que se ordeñaron 2x produjeron 42.02 libras/vaca/día, 3.65% de grasa y 899 gramos de grasa/día. Las ordeñadas 3x produjeron 49.72 libras de leche/día, 3.68% de grasa y 987 gramos de grasa/día. La diferencia obtenida en este análisis comparativo de ordeñar 3x a 2x fue: + 7.7 libras de leche/día, -0.17% de grasa y + 93 gramos de grasa/día (54).

Otra investigación realizada en Marylan confirmo que ordeñando las vacas a 6x en una lactación temprana (6 semanas) las vacas produjeron mejores rendimientos de leche aun

después de que estas fueran regresadas a 3x. Las vacas de más de un parto ordeñadas a 6x produjeron más leche a lo largo del estudio, sin embargo las vacas de primer parto los rendimientos en proteína y grasa eran mas bajos no obstante al final de la lactancia fue compensado (14).

#### **2.8.8. Respuesta fisiológica al aumento de la producción leche a través del incremento de la frecuencia de ordeño.**

Existen dos explicaciones fisiológicas para el impacto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche.

El primero es el efecto físico potencial ejercido por el incremento de la presión intramamaria que reduce la tasa de la síntesis de la leche dentro de las células epiteliales de la glándula mamaria. La hipótesis de la presión intramamaria sugiere que las fuerzas físicas de la acumulación de la leche dentro de los alvéolos causa una compresión sobre las células secretorias y esto en respuesta reduce el metabolismo celular y la síntesis en los componentes de la leche. Realmente las tasas de síntesis de la leche son más rápidas inmediatamente después del ordeño y disminuye con el tiempo hasta alrededor de 36 horas que es el tiempo en el cual la secreción de leche se detiene.

Recientemente un factor hormonal secretado por las células epiteliales de la glándula mamaria ha estado implicado. Este inhibidor de la lactación llamado FIR actúa limitando la síntesis de la producción de leche. En la medida que la leche se acumula en la glándula entre el ordeño, de esta manera el inhibidor se acumula y se incrementa la supresión de la

producción de los componentes de la leche en las células que se encargan de secretarla; ambos, la presión intramamaria y el FIR podrían ser reducidos por el aumento de la frecuencia de ordeño.

Una respuesta mas general a la frecuencia de ordeño es el efecto de la hormona prolactina, las concentraciones circulantes de la prolactina en la sangre incrementan rápidamente después de cada ordeño. Un incremento de prolactina en la lactancia temprana puede incrementar el número de células secretorias dentro de la glándula mamaria para esa lactancia. Párese ser que el crecimiento alcanza un pico tardado en la preñes (o sea 8-9 meses de preñes) pero continua dentro de las primeras pocas semanas de la lactancia. Debido a que la producción de leche es una función del número de células secretorias de la glándula mamaria, iniciando la lactación con un gran número de glándulas secretorias podría aumentar la producción de leche. Más importante es saber que este incremento podría esperarse que persista, debido a que las pérdidas celulares de la glándula mamaria son constantes a través de toda la lactancia, por lo tanto se piensa que la prolactina tiene un efecto estimulador sobre el desarrollo de las células de la glándula mamaria. En respuesta al aumento de la frecuencia de ordeño en la lactación temprana, tenemos que mas grandes son las concentraciones de prolactina y por ende el efecto persistente de estas practicas sobre la producción de leche (14).

## **2.9 Condición física.**

El consumo de materia seca adecuado para suplir las exigencias de mantenimiento y la producción de leche en las primeras semanas después del parto, es considerado el mayor desafío de los rebaños de ganado lechero debido a la reducción de las reservas corporales del

animal. El grado de movilización de grasa alcanza su máximo durante las primeras cuatro semanas posparto, ya que su movilización es dependiente del nivel de producción y consumo energético de la vaca. La pérdida de un punto de condición corporal durante el período de lactación corresponde a pérdidas que oscilan entre 40 y 90 Kg., de acuerdo con el tamaño de la vaca.

La evaluación de la condición corporal ha sido propuesta como herramienta en el manejo nutricional, reproductivo y de salud de hatos bovinos. Estudios han indicado que la CC en vacas lecheras, particularmente al parto, y los cambios durante el período de lactancia influyen en la producción de leche, en el comportamiento reproductivo y en el estado de salud. Por otra parte, se ha demostrado que las exigencias energéticas en la lactancia son atendidas por la relación entre lo ingerido en la dieta y la movilización de las reservas corporales en el período posparto. Después del parto la lipogénesis y la esterificación decrecen, mientras que la lipólisis y liberación de ácidos grasos libres aumentan, debido a la influencia hormonal determinada por la disminución de insulina y un aumento de somatotropina. Con relación a la grasa corporal, se ha informado que es almacenada en tres áreas del cuerpo: región subcutánea, cavidad abdominal y entre las fibras musculares. El porcentaje de grasa corporal interna aumenta significativamente con el incremento del potencial lechero.

Las reservas corporales decrecen en el inicio de la lactancia, pero aumentan de la mitad hacia el final de misma y las pérdidas de CC son mayores y más prolongadas en las vacas con mayor potencial lechero. La CC mínima fue obtenida en el tercer mes después del parto en las vacas de potencial lechero menor y, en el cuarto mes, en las vacas de potencial mayor.

La duración y la magnitud de las pérdidas de condición corporal dependen principalmente de su condición al parto, y es mayor en vacas que paren con mayor CC (36).

### **2.9.1. Técnicas para evaluar la condición física.**

Los cambios en la condición corporal de una vaca a lo largo del ciclo productivo son muy dinámicos pero pueden evaluarse en forma confiable mediante la determinación del "score" ó "grado de gordura", a través de la palpación y observación de ciertas áreas anatómicas de las zonas del lomo, la grupa y la base de la cola. De esta manera se determina, empíricamente y según la escala de referencia (grados 1 a 5), la cantidad de tejido graso subcutáneo presente en esas áreas.

La rutina debe efectuarse con los animales parados sobre una superficie plana y dura, evitando todo tipo de tensiones que obligan normalmente a que las vacas adopten una postura contraída. El evaluador debería ubicarse detrás del animal en la situación más cómoda para poder palpar, en forma efectiva, todas las regiones anatómicas que el método propone.

La palpación se realizará ejerciendo una leve pero consistente presión con la yema de los dedos, en cada uno de los puntos señalados. La primera se realizará a nivel de la región base de la cola, incluidos la grupa, los huesos de la cadera y las últimas costillas. Esta zona es la más importante para asignar el grado de score. Luego se clasifica la zona del lomo que, ante dudas, sirve principalmente para ajustar la puntuación anterior haciendo correcciones de un cuarto ( $\frac{1}{4}$ ) y de medio ( $\frac{1}{2}$ ) punto en la escala.

El chequeo de áreas ó puntos con cavidades profundas, prominencias óseas marcadas (apófisis vertebrales, punta del anca) ó cúmulos de grasa ("globos") completarán la tarea.

Los momentos adecuados para chequear el estado corporal son los siguientes:

- Al parto
- Durante el exámen reproductivo (liberación a servicio 30 días posteriores al parto)
- Durante el exámen reproductivo para verificación de preñez
- Al secado (21).

### **2.9.2. Balance energético negativo.**

El "balance energético negativo" (diferencia entre la energía consumida por el animal y la requerida por éste), que se produce en forma corriente cuando inicia una lactancia, se traduce normalmente en una pérdida de peso ó estado corporal que es considerado un evento de gran impacto biológico. Por ejemplo, la actividad ovárica post-parto, en vacas lecheras depende directamente de la energía disponible en relación a su utilización para la lactancia.

El punto denominado NADIR, cuya ocurrencia es alrededor del décimo día de lactancia, representa la máxima pérdida de estado en relación con el balance de energía.

Las reservas corporales movilizadas durante esta etapa contienen gran cantidad de nutrientes energéticos endógenos (grasa principalmente) que permitirán al animal alcanzar el pico máximo de producción de leche, en un momento en que el consumo voluntario se encuentra muy deprimido.

Después del parto el consumo de materia seca (MS) se necesita incrementar para cubrir la demanda de nutrimentos para la producción de leche. Sin embargo, la vaca es incapaz de consumir la MS necesaria para cubrir sus necesidades, por lo cual recurren a sus reservas de grasa y proteína. Las vacas lecheras después del parto caen en un balance energético negativo

(BEN), lo cual significa que la suma de la energía necesaria para su propio mantenimiento y la que requieren para la producción de leche es mayor que la energía consumida, por lo que se ven obligadas a utilizar sus reservas corporales. Estas vacas llegan a su punto más bajo de BEN (nadir) entre los días 10 y 20 posparto, y siguen en BEN aproximadamente hasta el día 70 a 80 y en algunos casos (vacas de primer parto) hasta el día 100 posparto.

Todas las vacas caen en BEN durante el periodo posparto y tienen la capacidad de adaptarse a esos cambios. Sin embargo, algunos animales llegan a fallar en este proceso, lo cual puede ser secundario a un bajo consumo de nutrientes provocado por problemas de salud, periodos secos prolongados que provoquen obesidad o por complicaciones durante el parto (24).

Desde el punto de vista económico, puesto por otro lado, la notable capacidad de movilización de reservas corporales que poseen las vacas de alto mérito debería también ser considerada que la producción de leche a partir de grasa corporal es un proceso de muy alta eficiencia comparado con la del alimento. Sin embargo, si el balance energético "negativo" (NADIR) se intensifica y/o prolonga en el tiempo, comienza a perder eficacia y se transforma en un verdadero factor de "riesgo", comprometiendo la salud, la producción y fundamentalmente la reproducción (ovulación). Las vacas que llegan al parto "gordas" serán muy susceptibles a tener dificultades en el parto (distocia); a contraer enfermedades de tipo metabólicas (cetosis; hígado graso) y a padecer trastornos en su fertilidad. Por el contrario, si al parto llegan muy "flacas", sin reservas para movilizar, se retardará el inicio de la actividad sexual (anestro prolongado) y la producción disminuirá marcadamente en los primeros dos meses de la lactancia.

La acumulación y posterior movilización de la reserva corporal son eventos dinámicos que debieran ser analizados tanto en el contexto de la lactancia actual como del mérito

genético del animal y requieren de metodologías sencillas, con valor predictivo para el diagnóstico de la situación nutricional de la vaca (21).

### **2.10. Fertilidad de vacas lecheras.**

La falla en la concepción o infertilidad es el problema reproductivo más importante en los hatos lecheros. En Estados Unidos se ha observado una clara reducción del porcentaje de concepción en los últimos 40 años; así en 1951, se lograba gestar 65% de las vacas servidas mientras que en 2000 se obtiene menos de 40%. En México ha ocurrido algo similar, hace 30 años más de 50% de las vacas servidas quedaban gestantes y actualmente es menor de 40%. Ésta tendencia también se ha observado en Europa o Australia, países en los cuales el sistema de manejo no es tan intensivo como en América del Norte. La disminución de la fertilidad ha coincidido con un incremento considerable en la producción de leche, lo cual podría indicar que la alta producción de leche tiene un efecto negativo en la fertilidad; sin embargo, esto no es muy preciso, ya que es frecuente encontrar hatos con niveles altos de producción y con parámetros reproductivos mejores que hatos con menor producción de leche. En estudios, en los cuales se ha evaluado el efecto de diversos factores en la fertilidad, se encontró que la participación relativa de la producción de leche es menor que otros factores (Ej. los problemas del puerperio). En México, en un análisis que incluyó la información 72 hatos (26676 vacas) con un rango de producción de leche de 16,506,6-26,895 libras (365 días), se observó que la producción de leche no afectó el intervalo entre partos, servicios por concepción ni días abiertos; sin embargo, sí puede ser un factor que influye en la fertilidad cuando se asocia con un manejo deficiente de la alimentación.

Otro factor que se ha asociado con la baja fertilidad es el aumento del número de vacas en los hatos (industrialización de la producción de leche). El tamaño del hato conlleva otros tipos

de problemas asociados con el manejo (detección de estros), y además el confinamiento en grandes grupos puede afectar la fertilidad, ya que ésta se asocia con la incidencia de diferentes condiciones que afectan la reproducción (retención de placenta, infecciones uterinas, abortos) (24).

La ineficiencia reproductiva en vacas lecheras lactantes no es sólo motivo de frustración para productores y consultores, sino que también reduce la rentabilidad de la granja lechera. La Inseminación Artificial (IA) es una de las tecnologías pecuarias más importantes desarrolladas en este siglo, y la mayoría de los productores la usan en algún grado para mantenerse competitivos.

Sin embargo la ineficiencia reproductiva en vacas lecheras lactantes reduce claramente el impacto y la eficiencia de la IA. Es importante entender los factores que afectan la tasa a la cual las vacas conciben, así como las estrategias de manejo que se pueden implementar para mejorarla (18).

La fertilidad de la vaca lechera comúnmente se mide calculando el porcentaje de vacas que conciben después de un servicio, también conocido como tasa de preñez por inseminación artificial (TP/IA). La tasa de preñez en un hato está directamente relacionada con su TP/IA. La mala noticia es que la TP/IA en vacas lactantes es muy pobre, y ha disminuido drásticamente en los últimos 40 años, mientras que TP/IA en vaquillas ha permanecido invariable. Típicamente, TP/IA es menos del 50%, aún en granjas bien administradas, con excelente manejo nutricional y reproductivo. Además, el estrés ambiental, como en el intenso verano, puede reducir aún más las TP/IA a menos de 10% en casos extremos. Aunque los mecanismos fisiológicos específicos responsables de esta reducción no son claros, la TP/IA está negativamente relacionada con el incremento en la producción, consecuencia de la

agresiva selección genética y las prácticas modernas de manejo que han ocurrido durante los últimos 40 años (19).

#### **2.10.1. Sincronización de celo.**

La detección de estros ha demostrado ser uno de los factores que afecta en forma significativa la eficiencia reproductiva en hatos en confinamiento. La expresión de la conducta estral en vacas en patio de alimentación tiende a ser deprimida por los requerimientos de una gestión económica de producción. La superficie de los pisos, la segregación de las hembras en grupos de alimentación, corrientemente el aumento en la frecuencia de ordeños y la rutina en el suministro de alimentos, contribuyen a dificultar la conformación de grupos sexualmente activos (GSA) en los animales y con ello las posibilidades de observar la actividad de monta por el personal responsable. Lo anterior afecta el aprovechamiento de estros, los cuales contribuyen a definir el intervalo parto-preñez del hato.

La sincronización de estros en bovinos de leche, se ha incorporado básicamente como una herramienta para facilitar la detección de estros. Aunque ha mostrado ser económica, en la mayoría de las circunstancias, el nivel de sincronización no ha permitido una concentración en la presentación de los estros que optimice la conformación de GSA y en distribución del personal responsable de la detección o eventualmente, la posibilidad de inseminación a tiempo fijo. El problema básico que exhiben los esquemas vigentes ha sido la falta de intervención en la dinámica folicular, lo cual no permite un adecuado control sobre el intervalo entre el tratamiento de sincronización y la ovulación (13).

Si la sincronización de estro es algo que está planeando hacer o ya lo hace, actualmente dispone de diferentes opciones. Y se continúa investigando para tener programas más efectivos. Cada opción, sin embargo, requiere un costo adicional y trabajo extra, pero acortar la temporada de empadre y tener una cosecha de crías más uniforme puede traer beneficios para usted.

Recuerde que ningún programa de sincronización es un remedio para los problemas reproductivos en un hato. Si tiene una baja tasa de concepción, consulte con su veterinario para determinar la causa antes de proceder con la sincronización (20).

Los parámetros reproductivos para vacas lecheras actualmente en uso, probablemente necesitan ser modernizados ya que las condiciones actuales son en realidad muy diferentes de aquellas existentes hace 50 o 55 años, cuando dichos parámetros fueron originalmente establecidos. Por una parte las vacas han sido sometidas a una selección genética intensiva, lo que las ha convertido en animales altamente especializados en la producción de leche (9).

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero esta orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico (26).

#### **2.10.2. Tratamientos hormonales usados en la sincronización.**

Son muy populares los tratamientos con GnRH o hCG al momento de la inseminación. Esta forma de enfrentar la falla en la concepción se fundamenta en el concepto de que estas

hormonas sincronizan la ovulación con el momento de la inseminación, previenen problemas de ovulación retardada y mejoran el desarrollo del cuerpo lúteo. Son muchos los estudios, y también la variabilidad de los resultados; el análisis de los resultados de 40 estudios publicados en 27 artículos, indica que el tratamiento aumentó la probabilidad de gestación en los animales tratados, en particular en los animales repetidores, Sin embargo, en experiencias de nuestro grupo de investigación, no se ha observado un mejoramiento en la fertilidad.

Se han realizado evaluaciones de tratamientos que consisten en provocar la ovulación del folículo dominante de la primera onda folicular y, con ello, el desarrollo de un cuerpo lúteo accesorio. El tratamiento con GnRH o hCG en los días 5 y 7, ha demostrado efectividad para desarrollar un cuerpo lúteo e incrementar los niveles de progesterona; sin embargo, los resultados de fertilidad no han sido consistentes. En algunos de los estudios en los que se ha administrado hCG el día 5 pos-inseminación, se ha incrementado significativamente el porcentaje de concepción en vacas repetidoras y en aquellas con baja condición corporal; sin embargo en otros estudios el efecto ha sido nulo.

Para que ocurra la gestación, se debe establecer un diálogo estrecho entre el embrión en desarrollo y el ambiente materno. De esta forma, el embrión debe promover los mecanismos que evitan la regresión del cuerpo lúteo los días 16 a 18 pos-inseminación, lo cual consigue mediante la secreción de interferón tau, el cual bloquea la síntesis de la PGF2 $\alpha$ . Se ha propuesto que uno de los factores que contribuye con la falla en la concepción es la incapacidad del embrión para evitar la regresión del cuerpo lúteo. De esta forma, la inhibición de la cascada de la secreción de la PGF2 $\alpha$ , podría mejorar los porcentajes de concepción, ya que al embrión se le daría más tiempo para alcanzar el estado óptimo de desarrollo, que le permita establecer eficientemente el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación.

Este es el principio de los tratamientos con GnRH o hCG durante los días 12-14 posinseminación, los cuales buscan disminuir los niveles de estradiol circulante mediante la ovulación, luteinización o atresia de los folículos. En la práctica, se han evaluado tratamientos con GnRH o hCG los días 12-14; sin embargo, los resultados en fertilidad también son muy variables.

En el ganado lechero es común el uso de la bST para incrementar la producción de leche, la utilización de esta hormona en forma periódica, aumenta la producción láctea de 10 a 20%. Algunos de los efectos de la bST en la producción de leche obedecen a la acción de esta hormona; sin embargo, el mayor efecto es provocado por el factor de crecimiento parecido a la insulina tipo I (IGF-I), el cual se incrementa en respuesta al tratamiento con bST.

La bST y el IGF-I también desempeñan funciones importantes en el control de la reproducción. Las dos hormonas, participan en la regulación del desarrollo folicular, en la función del cuerpo lúteo y, especialmente, en el desarrollo embrionario temprano. Estudios in vitro e in vivo, muestran efectos favorables del IGF-I en el desarrollo embrionario. El IGF-I evita el efecto negativo de algunas sustancias tóxicas para los embriones, presentes en el medio uterino. Nuestro grupo de investigación propuso, por primera vez, el uso de la bST para mejorar la fertilidad en vacas repetidoras. Los primeros resultados de estos estudios demostraron que un tratamiento con 500 mg de bST el día de la inseminación y una segunda dosis 10 días después, incrementa el porcentaje de concepción en las vacas repetidoras. En un estudio posterior, en el cual se administró una sola inyección de bST al momento de la inseminación, también se observó un aumento de la fertilidad. En un trabajo paralelo, la misma inyección de bST el día de la inseminación, redujo la proporción de embriones con anomalías del desarrollo. Estos experimentos permiten proponer que la administración de bST el día del servicio aumenta el porcentaje de concepción mediante el mejoramiento del

desarrollo embrionario temprano. Cabe señalar, que los experimentos referidos se hicieron con vacas que no estaban en programas de bST y sólo recibieron la inyección de la hormona en los días indicados. Estos resultados, permiten recomendar el uso de una inyección de 500 mg de bST al momento del servicio, para mejorar la fertilidad en las vacas repetidoras (24).

## **2.11. Mastitis.**

La mastitis es cualquier inflamación de la glándula mamaria y la causa mas común son las bacterias y virus. Se produce la hinchazón de una parte o de toda la ubre, la leche es sanguinolenta y viscosa. La composición de la leche puede ser normal, sin que existan síntomas visibles de inflamación en las ubres (39). Es indispensable consultar a un veterinario para lograr un diagnostico eficaz y un buen tratamiento de la mastitis. La respuesta inflamatoria consiste en un incremento de las proteínas de la sangre y los leucocitos en el tejido mamario y la leche. La finalidad de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar el irritante reparar los daños de los tejidos y hacer que la ubre regrese al funcionamiento normal (5).

### **2.11.1. Definiciones clínicas de la mastitis.**

La mastitis subclínica: es una forma de enfermedad en la que no hay inflamación en la glándula o una gran anormalidad de la leche; pero se pueden detectar ciertos cambios en la leche mediante análisis especiales

Mastitis clínica: indica que existen condiciones anormales brutos en la ubre y la leche. La leche puede tener copos, coágulos o un aspecto acuoso. Las formas graves (mastitis aguda) pueden incluir un inchamiento repentino del cuarto infectado que puede sentirse caliente, duro

y sensible al tacto. Este tipo de mastitis puede hacerse sistémico, con signos de fiebre, pulso rápido, depresión, debilidad y pérdida de apetito.

Mastitis crónica: implica una infección persistente de la ubre que existe continuamente. A veces, estos caso se desarrollan en la forma clínica. Después de esas apariciones bruscas se produce un regreso a la forma sub clínica (5).

### **2.11.2. Impacto económico de la mastitis.**

La perdida total anual que resulta de una producción reducida, de la mala calidad de la leche y las vacas seriamente enfermas es enorme. No es raro encontrar mastitis infecciosa en la mitad de vacas en gran número de hatos. Muchos productores catalogarían ha esta como la enfermedad mas seria del ganado lechero en la época actual (28) La inflamación de las glándulas mamarias produce pérdidas directas por disminución de la producción, e indirectas por disminución de la calidad para el procesamiento industrial; así como mayores erogaciones por uso de medicamentos y descarte de leche.

La mastitis altera la producción de algunos de los elementos constituyentes de la leche, así como la relación que existe entre ellos. Esto se debe a que las bacterias (que normalmente ingresan a través del pezón) acceden a los tejidos nobles de la glándula, donde directamente o a través de la liberación de sustancias quimiotácticas, toman contacto con macrófagos presentes normalmente en la glándula, y que desencadenan la reacción inflamatoria. Como parte de esta reacción, son atraídos glóbulos blancos de la sangre (principalmente polimorfo nucleares neutro filios) hacia la glándula. Cuando éstos atraviesan el estrato de células epiteliales alveolares, muchas de éstas mueren y pasan a la leche junto con los glóbulos blancos; produciéndose además el paso de componentes de la sangre a la leche, así como daño al tejido secretor. Los glóbulos blancos y las células epiteliales constituyen lo que

genéricamente se denomina células somáticas; su presencia en la leche está indicando la respuesta inflamatoria de la glándula y, por lo tanto, el deterioro de la calidad de la leche (30).

### **2.11.3. Prueba de California.**

La prueba de California para la mastitis, es un procedimiento rápido y sencillo con especificidad, que esta relacionada con la presencia de leucocitos. El recuento total de las células de la leche se refleja por el grado de precipitación o formación de un gel. El cambio de ph esta relacionado con la alteración de la leche por el color que toma la púrpura de bromocresol en la formula.

La clasificación de los resultados de la prueba de california es la siguiente: negativa. La mezcla permanece liquida sin que se aprecie la formación de precipitado, y la cual puede clasificarse de la siguiente:

- 1+ Precipitado evidente pero sin formación de gel.
- 2+ La mezcla se expresa inmediatamente con cierta formación de gel.
- 3+ Se forma un gel que tiende a adherirse al fondo del receptáculo.

### **2.11.4. Recuento de células somáticas.**

Las células somáticas provienen del propio organismo del animal, específicamente del torrente sanguíneo y del proceso de descamación del epitelio mamario. Su recuento en la leche es un indicador general del estado sanitario de la ubre y constituye el método más comúnmente utilizado para diagnosticar mastitis subclínicas. El recuento en células somáticas en la leche (RCS) de un animal que no presente ningún proceso inflamatorio difícilmente supera las 200.000 células/ml, pudiendo llegar a varios millones en el caso contrario.

Muchos factores pueden afectar el RCS, por ejemplo la frecuencia de ordeño. La practica de un ordeño al día durante toda la lactancia aumentada el RCS. Estos resultados no fueron confirmadas en experiencias a corto plazo, en las que no cambia el RCS al ordeñar una o dos veces al día, el paso a un ordeño diario, aplicado al final de la lactación en dos grupos de vacas lecheras con RCS diferentes (elevado, RCS > 800.000 células/ml; bajo, RCS < 150.000 células/ml), produjo un mayor incremento en el RCS del grupo de vacas con RCS elevado. En el mismo contexto, la practica de un ordeño en vacas con valores iniciales bajos (RCS < 150.000 células/ml) produjo un aumento significativo en el RCS, aunque el recuento no supero las 250.000 células/ml próximo al nivel medio europeo.

Así se puede destacar que, en el caso de aplicar un ordeño al día hay que tener en cuenta la concentración inicial de células somáticas, a fin de evitar un aumento del RCS que pueda provocar problemas en la comercialización de leche o su penalización en algunos países (16).

#### **2.11.5. Control de mastitis.**

De acuerdo con lo expresado, el principal propósito será reducir las pérdidas que la enfermedad ocasiona al productor y a la industria. La mastitis es una enfermedad infecciosa, y cerca del 80 % de las infecciones están causadas por un grupo de microorganismos llamados cocos Gram. Positivos (estafilococos y estreptococos), aunque otros patógenos pueden causar serios problemas en los rodeos. Los microorganismos causantes de la mastitis producen formas distintas de enfermedad, y por consiguiente no existe una metodología única que sirva para controlar a todos. Algunos organismos son parásitos obligados de la glándula mamaria, y se transmiten entre vacas fundamentalmente durante el ordeño (patógenos contagiosos);

mientras que otros están diseminados en el ambiente y llegan a la piel del pezón en el intervalo entre ordeños (patógenos ambientales). Todo esto hace que la erradicación completa sea imposible. El objetivo de todo programa de control es disminuir la infección microbiana: los programas de control de mastitis tienden a eliminar las infecciones presentes y prevenir las nuevas infecciones intramamarias. Los planes más difundidos están basados en la higiene y el uso de terapia antibiótica. Las medidas de control consisten en: una correcta rutina de ordeño que incluya la desinfección de pezones (higiene), el control periódico de la máquina de ordeñar, el descarte de los animales con infecciones intramamarias crónicas y la terapia antibiótica de los casos clínicos durante la lactancia y al comenzar el período seco. Otro sistema de control muy utilizado es la prueba de fondo oscuro; haciendo gotear los primeros chorros de cada pezón antes del ordeño, para determinar si está presente la infección. También puede hacerse la prueba de CMT (California Mastitis Test) con una paleta que cuenta con cuatro compartimientos, en los que se depositan los primeros chorros de cada pezón; colocándose luego un reactivo por medio del cual se determina la presencia de la enfermedad de acuerdo a la viscosidad que va tomando el líquido.

El éxito de un programa de control se mide no sólo por la disminución en el nivel de infección, sino también por la rapidez con que se logra. Un programa que no cambia el nivel de infección en el curso de un año, será visto por los productores como un fracaso (aún cuando fuere efectivo a largo plazo). Algunas metas a lograr son: porcentajes de mastitis clínica entre 2 y 4 % mensual, descarte inferior al 3 % de vacas con infección crónica, menos del 12 % de vacas (o del 15 % de cuartos) infectadas con organismos patógenos mayores, y RCS en leche de tanque de 200.000 cél/ml (45).

### **2.11.6. Consecuencias causadas por la mastitis.**

Las consecuencias que provoca una infección mastítica son variadas, dependiendo del tipo de infección y del grado en que ésta se presenta. A continuación se citan las más importantes:

- Pérdida de cuartos mamarios.
- Eliminación prematura de vacas lecheras, pudiendo alcanzar hasta un 6% de los animales infectados.
- Muerte; generalmente la mortalidad de los animales afectados por mastitis es baja, entre 0.05 a 0.1%.
- Acortamiento del período de lactancia.
- Alteraciones digestivas de tipo diarréico y a veces muerte de terneros alimentados con leches mastíticas.
- Transmisión de infecciones al hombre. Los tratamientos térmicos a los que se somete la leche en la industria, en el caso de *Staphilococcus aureus*, destruyen al microorganismo pero no la enterotoxina que éste produce, en razón de su termorresistencia; de pasar al hombre, provocan infecciones de carácter grave.
- Trastornos alérgicos de variable gravedad para el hombre, debido a la presencia de residuos de antibióticos que permanecen en la leche como consecuencia de la terapia de los animales enfermos.
- Aumento de los costos de producción por concepto de gastos veterinarios, compra de antibióticos y manejo especial de los animales enfermos.
- Alteración en la preparación de productos fermentados por parte de la industria lechera, como Yogurt y queso.
- Modificaciones físico-químicas de la leche:

- disminución de la materia grasa entre 5 a 12%.
- disminución de los sólidos no grasos entre 5 a 12%.
- disminución de la caseína total, entre 5 a 8%, aumentando solamente la k-caseína.
- aumento del nitrógeno sérico en un 20%.
- disminución de la lactosa entre un 10 a 20%.
- aumento del sodio y cloro y disminución del fósforo y calcio.
- disminución de la vitamina B2 y vitamina C.
- aumento de las enzimas catalasa, fosfatasa ácida y arylestearasa (33).

## **3.0 MATERIALES Y METODOS**

### **3.1. Generalidades.**

#### **3.1.1. Localización geográfica.**

El estudio se llevara a cabo en la hacienda ‘Agropecuaria La Laguna’, ubicada en el cantón El Brazo, Departamento de San Miguel, El Salvador.

La explotación esta localizada sobre el Km. 132 de la carretera del Litoral 500 mts. al sur de la entrada principal, del lugar antes mencionado. La vía de acceso es una calle transitable todo el año.

La zona esta ubicada a una altitud aproximada de 80 m.s.n.m.

#### **3.1.2. Condiciones climáticas**

El lugar donde se realizó el experimento presenta una temperatura promedio de 31° C, y una humedad relativa del 70%.

#### **3.1.3. Duración del estudio**

El estudio se realizó en un período de 22 semanas comprendido del 17 de Febrero al 30 de septiembre de 2005, el período experimental por vaca será de 100 días. La distribución de las unidades experimentales se realizó al azar para cada tratamiento, en base al número de vacas próximas a parir las cuales deben estar bajo las siguientes condiciones:

- Fecha esperada de parto entre el 17 de Febrero al 30 de Junio.
- Que estén identificadas por grupo 1/2-5/8 H; 1/2-5/8 BS; 3/4-7/8 H; 3/4-7/8 BS.
- Libres de patología.

### **3.2. Manejo de las vacas.**

El hato se maneja en una forma estabulada donde las vacas se sacan a un período de recreo en el horario de 6 p.m. a 11 p.m. Existiendo una variante en el grupo cabudo el cuál se maneja en pastoreo, debido a su baja producción.

#### **3.2.1. Ordeño.**

Los ordeños son realizados de forma mecánica. Las vacas están condicionadas a 3 ordeños, los cuales se realizan en las horas siguientes:

- Primer ordeño: 2: a.m a 6: p.m.
- Segundo ordeño: 9: a.m. a 12:p.m.
- Tercer ordeño: 3: p.m a 5.30: p.m.

En el caso del grupo ‘cabudo’ solo se le realizan 2 ordeños los cuales se efectúan por la madrugada el primero y por la tarde el segundo.

#### **3.2.2. Alimentación.**

La ración de alimento suministrada a las vacas es a base de silo, concentrado y sales minerales. El grupo cabudo, este se alimenta de pastos en potreros y una ración de concentrado y sales minerales a la hora del ordeño.

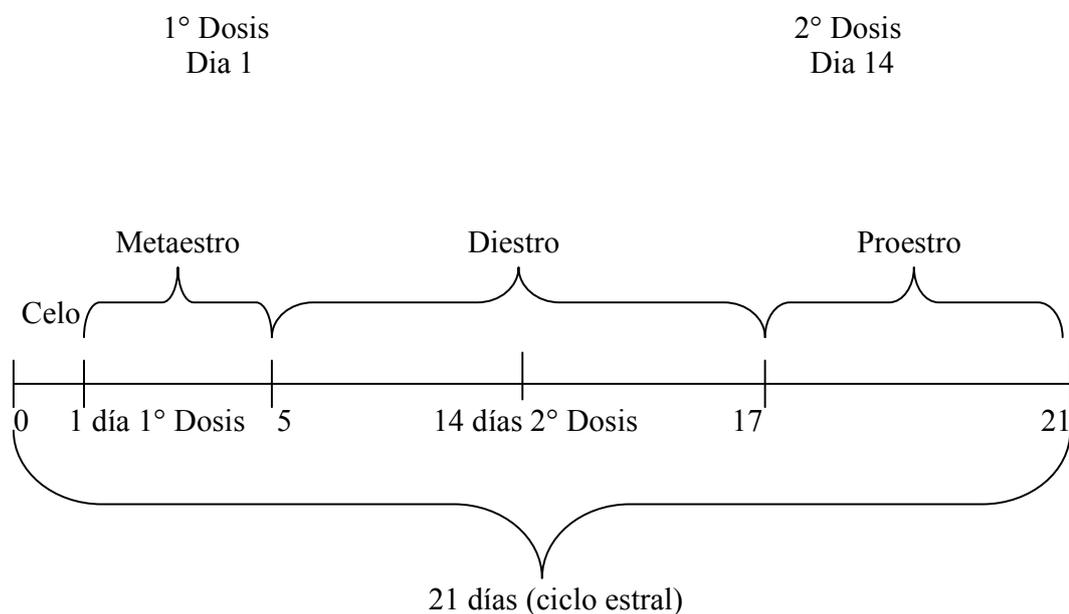
#### **3.2.3. Tratamiento de estrés calórico.**

Este se realiza antes y después de cada ordeño a todos los grupos. Al finalizar el ordeño de todo el hato, regresan nuevamente los primeros tres grupos en lapsos de una hora cada uno, hasta iniciarse el ordeño próximo.

### 3.2.4. Reproducción.

Para esta se utiliza principalmente la inseminación artificial con semen proveniente de toros Europeos puros. Existen algunas ocasiones en las cuáles se hace uso de la monta natural con toros encastados de razas Europeas.

#### 3.2.4.1. Programa de sincronización de celos.



Las vacas que por ejemplo celaron 3 o 4 días después de la primer dosis es por que ya estaban dentro del periodo diestro, por lo tanto no necesitaron segunda dosis de aplicación; pero las que no celaron si fue necesaria la aplicación.

### 3.2.5. Sanidad.

Dentro de la explotación se cuenta con un programa de sanidad el cuál comprende: desparasitaciones, vitaminas, vacunaciones cada cuatro meses, pruebas de mastitis cada 15

días, pruebas de tuberculosis; esto con el propósito de prevenir cualquier tipo de patología que puedan afectar el rendimiento productivo y reproductivo del hato. Además se cuenta con productos de uso diario como: antibióticos, antiinflamatorios, sueros, entre otros.

### **3.3. Materiales.**

#### **3.3.1. Origen de los datos.**

Los datos utilizados en nuestro estudio fueron obtenidos de pesas de leche, calificación de condición física y pruebas de mastitis, todas ellas evaluadas cada 7 días durante la fase de campo; en el caso de los datos reproductivos estos fueron recopiladas de palpaciones realizadas entre las fechas del 01-03- 2005 al 11-02-2006. Los datos financieros fueron obtenidos a partir de los conceptos de costos manejados por la administración de la empresa.

Las restricciones establecidas para seleccionar las observaciones con las que se llevo acabo el estudio fueron las siguientes:

- Vacas libres de patologías.
- Vacas bajas de condición física.
- Vacas con cuartos perdidos.
- Vacas con producciones muy bajas.
- Vacas que no pertenecían al grupo de encaste y raza establecida.

#### **3.3.2. Modificaciones de producciones de leche.**

Las pesas de leche fueron realizadas cada 7 días independientemente de las fechas de parto de las observaciones. Por lo cual fue necesario hacer modificaciones de manera que

todas las pesas coincidieran en períodos de 7 días; los datos obtenidos de las modificaciones fueron utilizados para elaborar los análisis de varianza.

Ejemplo de modificación:

vaca X	fecha de parto	pesa 1	pesa 2
	18/05/05	23/05/05 26 lbs.	30/05/05 33.5 lbs.

$33.5 \text{ lbs.} - 26 \text{ lbs.} = 7.5 \text{ lbs.} / 7 \text{ días} = 1.07 \times 2 = 2.14 \text{ lbs.} + 26 \text{ lbs.} = 28.14 \text{ lbs.}$  En los primeros 7 días.

pesa 3  
07/06/05 40.5 lbs.

$40.5 \text{ lbs.} - 28.14 = 12.36 \text{ lbs.} / 13 = 0.95 \times 7 = 6.66 \text{ lbs.} + 28.14 = 34.8 \text{ lbs.}$  para los 14 días

Donde:

26 lbs: primera pesa.

33.5 lbs: segunda pesa.

40.5 lbs: tercera pesa.

7.5: lbs de diferencia de la primera pesa a la segunda pesa.

1.07: lbs incrementadas/ día en dicho período.

2: días que faltan para completar los primeros 7 días.

2.14: resultado de multiplicar  $1.07 \times 2$ .

28.14: producción en los primeros 7 días (suma de 26lbs. + 2.14 lbs.)

### **3.3.3. Unidades experimentales.**

Para la realización del estudio se identificaron 27 vacas y 10 novillas con los siguientes requisitos:

- Que hallan parido entre las fechas del 17 de Enero al 30 de Junio.

- Que se encuentren en encastes de 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 Holstein; así los mismos encastes para la raza Brown Swiss.

### **3.3.4. Instalaciones.**

#### **3.3.4.1. Comederos.**

Se cuenta con dos tipos de comederos uno de ellos ubicado en la sala de ordeño del tipo americano con sujetador de cuerdas y capacidad para alojar 10 vacas al otro es un comedero libre el cual se encuentra ubicado ala orilla de cada sub-división que aloja los grupos de producción.

#### **3.3.4.2. Bebederos.**

Se cuenta con pilas ubicadas a la orilla de cada sub-división que aloja a los grupos de producción y también en la sala de ordeño.

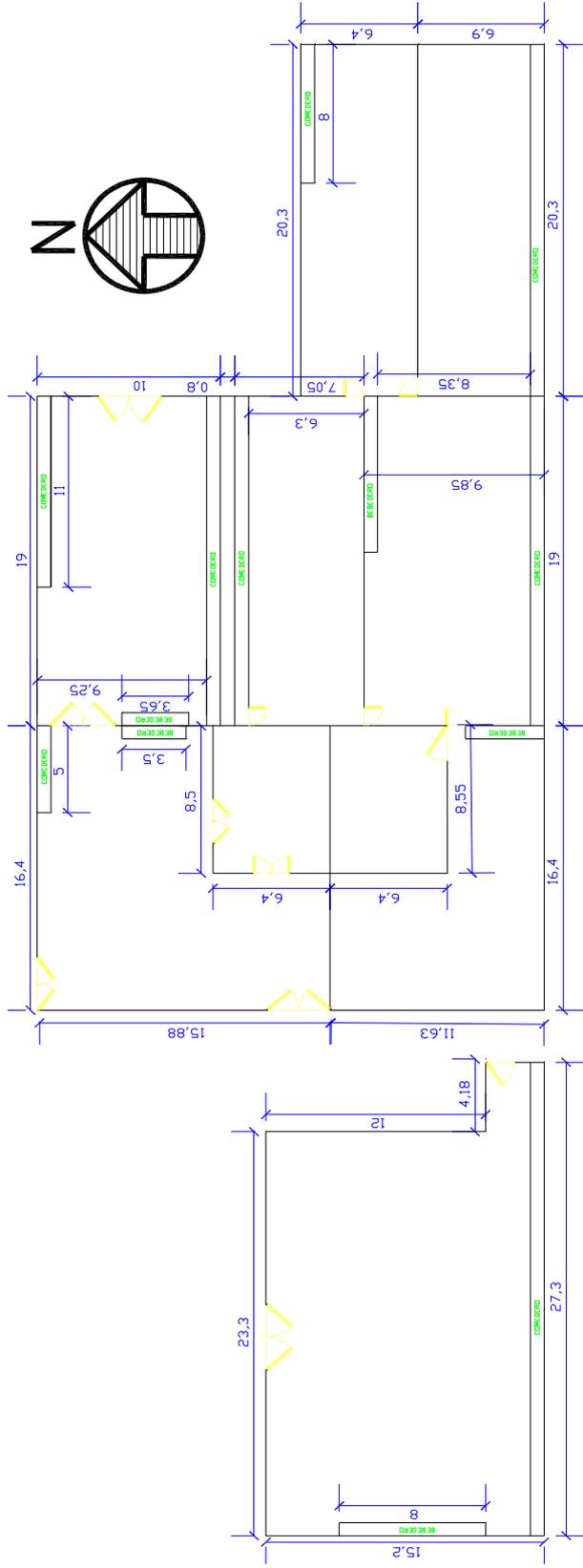
#### **3.3.4.3. Sala de ordeño.**

Esta ubicada en medio de la instalación que aloja al hato completo, la sala posee un modelo paralelo con entramador de madera, con capacidad para 10 vacas.

#### **3.3.4.4. Galeras.**

Se cuenta con una sola galera la cual se encuentra sub-dividida de la siguiente forma:

# VISTA DE PLANTA DE GANADERIA



### **3.3.5. Equipo.**

#### **3.3.5.1. Ordeñadora mecánica.**

Se cuenta con una máquina de 5 unidades tipo cantara independiente, con una bomba de vacío.

#### **3.3.5.2. Tanque refrigerador.**

Se cuenta con un tanque con capacidad para 5,000 botellas, el cual cumple la función de almacenar y refrigerar la leche.

#### **3.3.5.3. Balanza.**

Se cuenta con una balanza de tipo reloj, la cual sirve para pesar la leche, una vez ordeñada la vaca.

### **3.4. Metodología de campo.**

#### **3.4.1. Horarios de ordeño por frecuencia.**

La distribución de los horarios de ordeño para las frecuencias quedo de la siguiente manera:

- Frecuencia 2x: primer ordeño 3: a.m.  
Segundo ordeño 3:30:p.m.
- Frecuencia 3x: primer ordeño 2:30 p.m.  
Segundo ordeño: 9: a.m.  
Tercer ordeño: 3: p.m.

- Frecuencia 4x: primer ordeño 2: a.m.  
Segundo ordeño: 6: a.m.  
Tercer ordeño: 12: p.m.  
Cuarto ordeño: 6: p.m.

### **3.4.2. Pruebas de mastitis.**

Para esta prueba se clasificó el grado de infección de mastitis de acuerdo a la prueba de California Mastitis Test en 1, 2 y 3; esta escala de grados de infección (1, 2, 3) se dividió entre los cuatro cuartos de la vaca. En caso de encontrar más de un cuarto infestado, se sumaba el grado de cada cuarto y ésta sumatoria se dividió entre los cuatro cuartos y el resultado de esta división, represento el grado de infección total de la vaca.

### **3.5. Metodología estadística.**

#### **3.5.1. Factores en estudio.**

Los factores en estudio fueron 3:

- Comportamiento de las diferentes frecuencias de ordeño (2, 3 y 4) sobre cada una de las variables.
- Desempeño se las razas Holstein y Browm Swiss sobre la producción de leche y condición física.
- Evaluación de dos grupos de encastes (1/2 – 5/8 y 3/4 – 7/8).

### **3.5.2. Clasificación de los datos.**

#### **3.5.2.1. Producción de leche y condición física.**

Los datos de producción de leche y condición física, fueron clasificados de acuerdo a cada uno de los factores evaluados en el estudio. La clasificación se hizo de la forma siguiente: Se separaron las producciones y las condiciones físicas de cada una de las observaciones correspondientes a las frecuencias de ordeño, se agruparon las producciones y condiciones físicas por raza en cada frecuencia de ordeño. Además se dividieron las producciones y condiciones físicas de acuerdo a los diferentes grupos de encaste dentro de cada raza y frecuencia.

#### **3.5.2.2. Mastitis y días vacíos.**

Los resultados de las prueba de mastitis y días vacíos de cada observación, fueron clasificados de acuerdo ala frecuencia de ordeño perteneciente.

### **3.5.3. Descripción los tratamientos.**

#### **3.5.3.1 Tratamientos para producción de leche y condición física.**

T1= 2x H 1/2-5/8

T2= 2x H 3/4-7/8

T3= 2x BS 1/2-5/8

T4= 2x BS 3/4-7/8

T5= 3x H 1/2-5/8

T6= 3x H 3/4-7/8

T7= 3x BS 1/2-5/8

T8= 3x BS 3/4-7/8

T9= 4x H 1/2-5/8

T10= 4x H 3/4-7/8

T11= 4x BS 1/2-5/8

T12= 4x Bs 3/4-7/8

H= Holstein

BS= Brown Swiss

### **3.5.3.2. Tratamientos para mastitis y días vacíos.**

Para esto fue necesario agrupar los tratamientos pertenecientes a cada frecuencia, para finalmente formar tres tratamientos.

T1 (T1, T2, T3, T4)

T2 (T5, T6, T7, T8)

T3 (T9, T10, T11, T12).

### **3.5.4. Variables en estudio.**

- 1- Rendimiento lechero.
- 2- Días vacíos.
- 3- Incidencia de mastitis.
- 4- Condición física.
- 5- Análisis económico.

### **3.5.5. Diseños estadísticos.**

#### **3.5.5.1. Diseño completamente al azar en arreglo factorial con diferente número de repeticiones.**

Este diseño se utilizó para las variables Producción de Leche y Condición Física con los datos obtenidos cada 7 días, en donde el total de tratamientos fueron 12, con diferente número de observaciones por tratamientos.

##### **3.5.5.1.1. Modelo estadístico.**

El modelo estadístico que describe el comportamiento para cada observación de las variables de: Producción de Leche y Condición Física, se define por la expresión matemática siguiente:

$$Y_{ijkl}: \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\lambda)_{ik} + (\beta\lambda)_{jk} + (\alpha\beta\lambda)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$ : Cada una de las observaciones

$\mu$ : Media experimental

$\alpha_i$ : Efecto principal del primer factor en estudio

$\beta_j$ : Efecto principal del segundo factor en estudio

$\lambda_k$ : Efecto principal del tercer factor en estudio

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción del primer y segundo factor en estudio.

$(\alpha\lambda)_{ik}$ : Efecto de la interacción del primer y tercer factor en estudio.

$(\beta\lambda)_{jk}$ : Efecto de la interacción del segundo y tercer factor en estudio.

$(\alpha\beta\lambda)_{jkl}$ : Efecto de la interacción del primer, segundo y tercer factor en estudio.

$E_{ijkl}$ : Error experimental.

$$i = 1, 2, 3, \dots, a$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, b$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, c$$

$$l = 1, 2, 3, \dots, r$$

**3.5.5.1.2. Distribución estadística para el análisis de varianza**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Tratamientos	$(abc)-1$
A	$a-1$
B	$b-1$
C	$c-1$
AxB	$(a-1)(b-1)$
AxC	$(a-1)(c-1)$
BxC	$(b-1)(c-1)$
AxBxC	$(a-1)(b-1)(c-1)$
Error Experimental	$N-t$
Total	$N-1$

**3.5.5.2. Diseño completamente al azar en arreglo factorial con igual número de observaciones.**

Este diseño se utilizó para las variables producción de leche y condición física con los promedios por tratamiento, provenientes de los periodos de 7 días durante la fase de campo.

**3.5.5.2.1. Distribución estadística para el análisis de varianza.**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Tratamientos	abc
A	a-1
B	b-1
C	c-1
AxB	(a-1) (b-1)
AxC	(a-1) (c-1)
BxC	(b-1) (c-1)
AxBxC	(a-1) (b-1) (c-1)
Error Experimental	abc (r-1)
Total	abcr-1

**3.5.5.3. Diseño completamente al azar con diferente número de observaciones.**

Este tipo de diseño fue utilizado para las variables incidencia de mastitis y días vacíos, en el caso de la primera variable se tomaron los datos de las pruebas de mastitis de cada 7 días. Para la segunda variable los datos se obtuvieron de resultados de las palpaciones realizadas.

**3.5.5.3.1. Modelo estadístico.**

$i= 1,2,3,\dots,t$

$j= 1,2,3,\dots,r_i$  ( numero desigual de repeticiones )

**3.5.5.3.2. Distribución estadística para el análisis de varianza.**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Tratamientos	t-1
Error	n-t
Total	n-1

**3.5.5.4. Diseño completamente al azar con igual número de observaciones.**

Este diseño fue utilizado para las variables incidencia de mastitis. Con los datos obtenidos por frecuencia de ordeño en cada 7 días durante la fase de campo.

**3.5.5.4.1. Distribución estadística del análisis de varianza  
igual número de observaciones.**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Tratamientos	t-1
Error	t (r-1)
Total	rt-1

**3.5.6. Pruebas Estadísticas.**

**3.5.6.1. Prueba de Duncan para diferente número de  
repeticiones.**

Esta prueba se realizo en los periodos de 7 días, para la variable producción de leche, en el factor frecuencia y únicamente en el periodo 8 (49 días), para la variable incidencia de mastitis.

Su formula aritmética es:  $D = R (DMS)$

Donde:

D= Valor a comparar

R= Valor tabular a 0.05 y 0.01 (posición relativa en el arreglo)

DMS= Diferencia mínima significativa

$$DMS = t_{0.05} \text{ y } t_{0.01} \frac{CME}{r_1} + \frac{CME}{r_2}$$

Donde:

$t_{0.05}$  y  $t_{0.01}$  = datos de tabla

CME= Cuadrado Medio del Error

$r_1$  = Numero de observaciones del primer tratamiento

$r^2$  = Numero de observaciones del segundo tratamiento

### **3.5.6.2. Prueba de Duncan para igual numero de observaciones.**

Esta prueba se efectuó en las variables producción de leche y condición física, para los tratamientos y frecuencia de ordeño de los promedios provenientes de los periodos de 7 días durante la fase de campo. También se utilizó en las variables incidencia de mastitis para los tratamientos.

Su formula matemática es la siguiente:

$$ETD = t \sqrt{2S^2 / r}$$

En donde:

ETD: Error típico de la diferencia

t = Valor de t tabla al 0.05 y al 0.01

2 = Constante

$S^2$  = Varianza

r = Números de observaciones

## **4.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Producción de leche.**

En los cuadros anexos del A-1 al A-14 se presenta la producción promedio en lbs/vaca/día, proveniente de las mediciones realizadas cada 7 días durante la etapa experimental. Cada observación se clasificó de acuerdo a los 3 factores en estudio (frecuencia de ordeño, raza y encaste). A cada uno de estos cuadros se les efectuó su respectivo análisis de varianza (cuadro anexo del A-15 al A-28). En los ANVA generales que resultaron significativos incluyendo aquellos ANVA en los cuales el F calculado fue cercano al F tabla se les hicieron pruebas de Duncan que se encuentran en Anexo A-29 al A-42.

#### **4.1.1. Efecto de tratamientos.**

En el cuadro A-43 y Cuadro 1 se muestra en forma detallada las producciones reales promedios en lbs/vaca/día, efectuado en periodos de 7 días en cada uno de los tratamientos durante la fase de campo, cada observación se clasificó de acuerdo a los factores en estudio(frecuencia de ordeño, raza y encaste) dicha clasificación sirvió para determinar, mediante el diseño utilizado, el efecto que tienen dichos factores de forma independiente sobre la producción de leche, así como también el efecto de la interacción de los factores en el comportamiento productivo del hato lechero en estudio. Entre tratamientos analizados por periodos individuales (7 días) no se observo diferencias estadísticas significativas en ninguno de los 14 periodos de estudio Anexos A-15 al A-28. Sin embargo, cuando se analizaron las diferencias entre tratamientos considerando todos los periodos (100 días de lactancia), si se pudieron observar diferencias estadísticas significativas.

**CUADRO 1.** Resumen de producción de leche real por tratamiento en cada uno de los periodos durante la fase de campo.

FREC. DE ORDEN	RAZA	ENCAS- TES	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS	35 DÍAS	42 DÍAS	49 DÍAS	56 DÍAS	63 DÍAS	70 DÍAS	77 DÍAS	84 DÍAS	91 DÍAS	100 DÍAS	YIJK	N	$\bar{X}$	
<b>2X</b>	H	1/2-5/8	24.69	30.70	32.66	34.12	35.75	34.40	33.74	33.61	32.34	32.10	30.82	31.34	31.89	30.04	448.168	14	32.01	
		3/4-7/8	14.18	21.88	25.86	26.94	27.21	29.38	31.58	32.26	31.68	31.68	30.24	26.51	27.16	27.77	27.77	380.40	14	27.17
	BS	1/2-5/8	26.95	30.48	36.75	39.86	37.36	37.90	38.35	36.54	38.85	36.15	35.85	35.85	35.63	33.64	33.68	497.965	14	35.57
		3/4-7/8	23.60	27.04	29.93	30.26	33.08	34.44	35.81	33.39	37.36	34.76	33.50	36.23	35.27	36.62	35	463.33	14	33.10
<b>3X</b>	H	1/2-5/8	27.52	32.94	35.68	35.98	35.44	37.30	37.44	34.72	34.76	33.50	31.95	33.67	33.50	30.16	474.563	14	33.90	
		3/4-7/8	31.87	38.46	41.64	41.81	44.04	45.07	42.76	42.31	40.61	36.30	36.60	36.60	34.53	32.49	32	540.46	14	38.60
	BS	1/2-5/8	23.88	35.81	37.92	38.59	38.60	39.36	38.57	36.96	36.08	36.08	35.90	37.96	31.78	34.77	30.33	496.455	14	35.46
		3/4-7/8	23.92	34.18	39.03	41.10	41.92	42.84	42.60	39.04	37.85	37.85	37.65	35.95	34.24	35.34	31	516.66	14	36.90
<b>4X</b>	H	1/2-5/8	37.29	41.73	47.59	48.95	50.25	47.56	46.02	45.27	45.35	44.49	43.37	42.99	41.76	41.8	624.424	14	44.60	
		3/4-7/8	31.98	49.48	59.02	59.40	59.40	58.43	59.53	58.37	59.94	56.66	56.66	56.16	52.23	50.23	49.5	760.325	14	54.31
	BS	1/2-5/8	41.33	40.26	48.83	42.74	43.97	42.59	40.43	43.63	42.14	38.53	36.56	36.56	40.40	40.09	38	579.5	14	41.39
		3/4-7/8	40.55	46.13	51.70	54.21	51.67	49.96	45.94	42.5	40.07	38	39.31	41.17	41.17	40.49	40	621.70	14	44.41

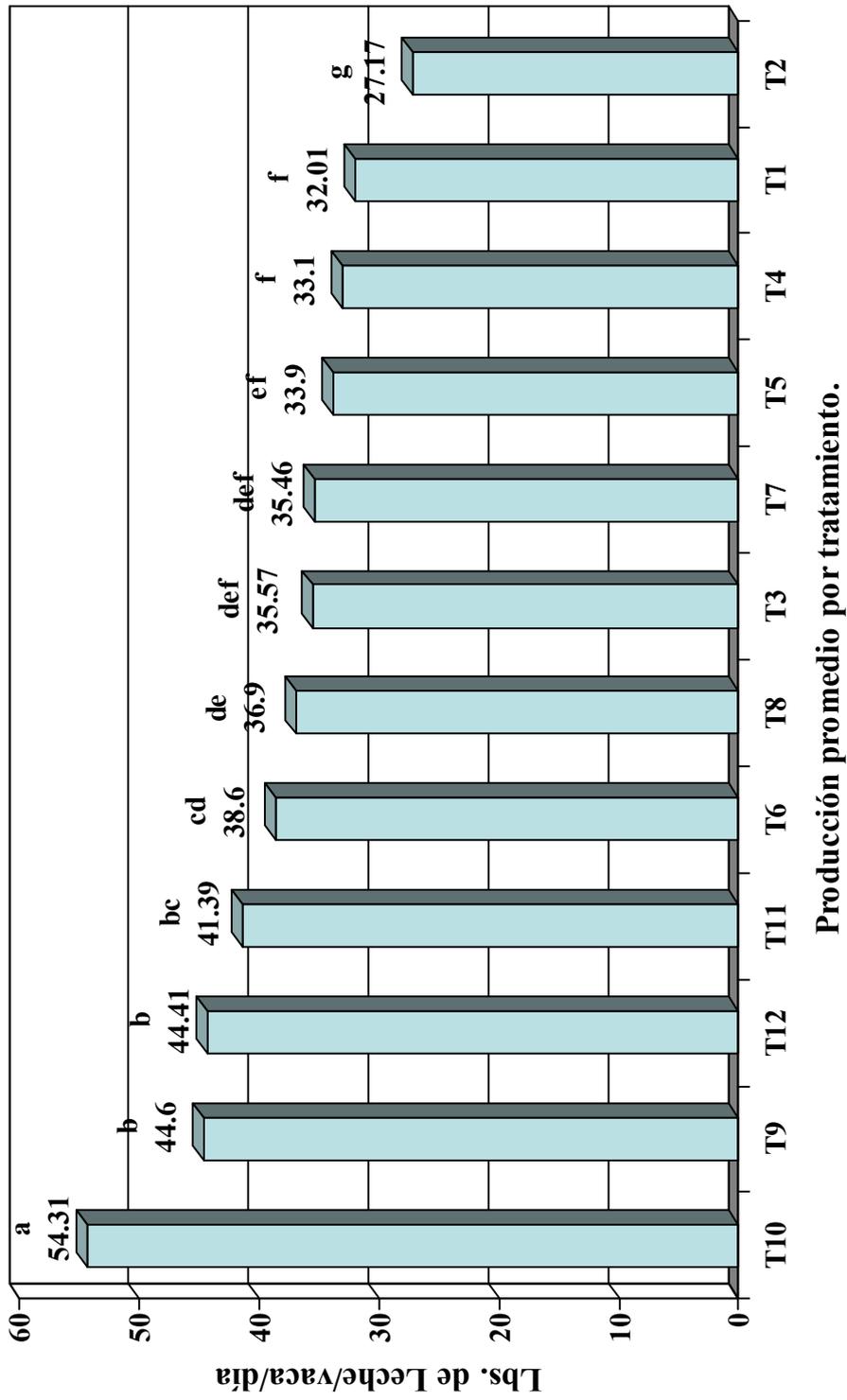
Nota: No hubo significancia estadística entre periodos individuales de campo.

**CUADRO 2.** Producción real de leche promedio (lbs/vaca/día) en los diferentes tratamientos durante los primeros 100 días de lactancia.

TRATAMIENTOS				
FRECUENCIA DE ORDEÑO	RAZA	ENCASTES	PROMEDIO	
<b>2x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	32.01 f	T1
		3/4-7/8	27.17 g	T2
	<b>BS</b>	1/2-5/8	35.57 def	T3
		3/4-7/8	33.1 f	T4
<b>3x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	33.9 ef	T5
		3/4-7/8	38.6 cd	T6
	<b>BS</b>	1/2-5/8	35.46 def	T7
		3/4-7/8	36.9 de	T8
<b>4x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	44.60 b	T9
		3/4-7/8	54.31 a	T10
	<b>BS</b>	1/2-5/8	41.39 bc	T11
		3/4-7/8	44.41 b	T12

a,b,c,d,e,f,g = Medias con diferencias estadísticas significativas.

Los resultados obtenidos de la prueba de Duncan (anexo A-45) de los tratamientos mostrados en el cuadro 2 y figura 1, denotan que T10 (54.30) fue altamente significativo sobre T9 (44.60), T12 (44.40), T11 (41.39), T6 (38.60), T8 (36.90), T3 (35.56), T7 (35.46), T5 (33.89), T4 (33.09), T1 (32.01), T2 (27.17) respectivamente. Además, T9 este fue altamente significativo a T6, T8, T3, T7, T5, T4, T1, T2; pero no significativo a T12 y T11. En el caso



**FIG. 1** Resultados de la prueba de Duncan para la producción real modificada lbs/vaca/día, durante la fase de campo.

de T12 fue altamente significativo a T6, T8, T3, T7, T5, T4, T1, T2 y no significativo a T11 únicamente. El T11 mostró ser significativo con T8, pero altamente significativo a T3, T7, T5, T4, T1, T2 comportándose de manera no significativo con T6. Por su parte T6 fue significativo con T5, y altamente significativo a T4, T1, T2 aunque no significativo a T8, T3 y T7. El T8 resultó significativo con T4 y altamente significativo a T1 y T2; pero no significativo con T3, T7 y T5. El comportamiento de T3 es altamente significativo únicamente a T2 y no significativo a T7, T5, T4 y T1. T7 resultó ser altamente significativo con T2; pero no significativo a T5, T4 y T1. T5 mostró ser altamente significativo a T2, pero no significativo a T4 y T1. T4 fue altamente significativo a T2 y no significativo con T1. T1 resultó ser altamente significativo a T2 y en último lugar encontramos a T2 el cual por su menor producción, el resto de los tratamientos fueron altamente significativos sobre el.

En resumen, el tratamiento 10 obtuvo el mejor promedio en producción de leche con respecto al resto de los tratamientos, esto puede atribuirse debido a las siguientes causas:

a) Perteneció a los tratamientos de 4x que resulto ser superior a los grupos de vacas ordeñadas 2 y 3 veces diarias. La discusión sobre la superioridad de 4x vrs 2x y 3x se presenta en la sección 4.1.2 de de la frecuencia de ordeño.

b) Perteneció a los tratamientos de la raza Holstein y frecuencia 4x, que resultó ser superior a la raza Brown Swiss ordeñada 4x, sección 4.1.5.1. de la interacción frecuencia – raza.

c) Perteneció a los tratamientos del grupo de encaste 3/4-7/8 y frecuencia 4x, mostrando superioridad al grupo de encaste 1/2-5/8 ordeñado 4 veces al día, sección 4.1.5.2. de la interacción frecuencia-encaste.

Cabe hacer notar que los tratamientos 9, 11 y 12 también fueron de vacas ordeñadas 4 veces por día, sin embargo estos tratamientos fueron no significativos entre si y ocuparon el

segundo lugar con diferencias estadísticas con respecto al T10, lo que significa que la diferencia fue menor con respecto al resto de los tratamientos.

#### **4.1.2. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche.**

La frecuencia de ordeño resultó altamente significativa en el primer período (7 días post-parto) (cuadro A-15), la producción de leche en los períodos 2,3 y 4 se comportó similarmente al primer período; es decir existió significación estadística en el factor frecuencia de ordeño, a partir del período 5° hasta el 14° los resultados en el ANVA fueron no significativos para el factor frecuencia, sin embargo el F calculado de los análisis de varianza de los períodos anteriormente mencionados eran valores casi semejantes con los del F tabla; por lo que se decidió hacer las respectivas pruebas de Duncan (anexo A-29 al A-42).

En el cuadro 3 y figura 2, se detallan los promedios de producción real (lbs/vaca/día) por períodos agrupados por frecuencia de ordeño y el resumen de los resultados en las pruebas de Duncan en cada uno de los períodos. Observase que la frecuencia de 4 ordeños/día (4x) fue superior a 2 ordeños/día (2x) durante toda la fase de campo, sin embargo al compararlo con la frecuencia 3 ordeños/día (3x), de igual forma mostró ser superior, excepto del período sexto y séptimo (42 y 49 días) donde 3x y 4x se comportaron similarmente al ser no significativos; al comparar la frecuencia 2x con 3x estas fueron no significativas en toda la fase de campo.

En el cuadro 4 se puede observar que las vacas ordeñadas 2x alcanzan el pico de producción a los 35 días con un promedio de 34 lbs/vaca/día manteniéndose constante por dos períodos más (42 y 49 días), y su descenso a partir de los 50 días a 100 días fue de 4 lbs de diferencia.

**CUADRO 3.** Producción real promedio (lbs/vaca/día) clasificada por frecuencia de ordeño, y en cada 7 días durante 100 días lactando.

		DIAS LACTANDO													
Frec. de ordeño	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	100	
2x	23b	29b	32b	33b	<b>34b</b> <u>1/</u>	34b	34b	33b	33b	32b	31b	31b	31b	30b	
3x	27b	34b	37b	37b	<u>1/</u> 37b	<b>39ab</b> <u>1/</u>	38ab	36b	36b	34b	34b	33b	33b	30b	
4x	36 <sup>a</sup>	44a	52a	52a	<b>53a</b> <u>1/</u>	51a	50a	49 <sup>a</sup>	49a	47 <sup>a</sup>	47a	45a	44a	44a	

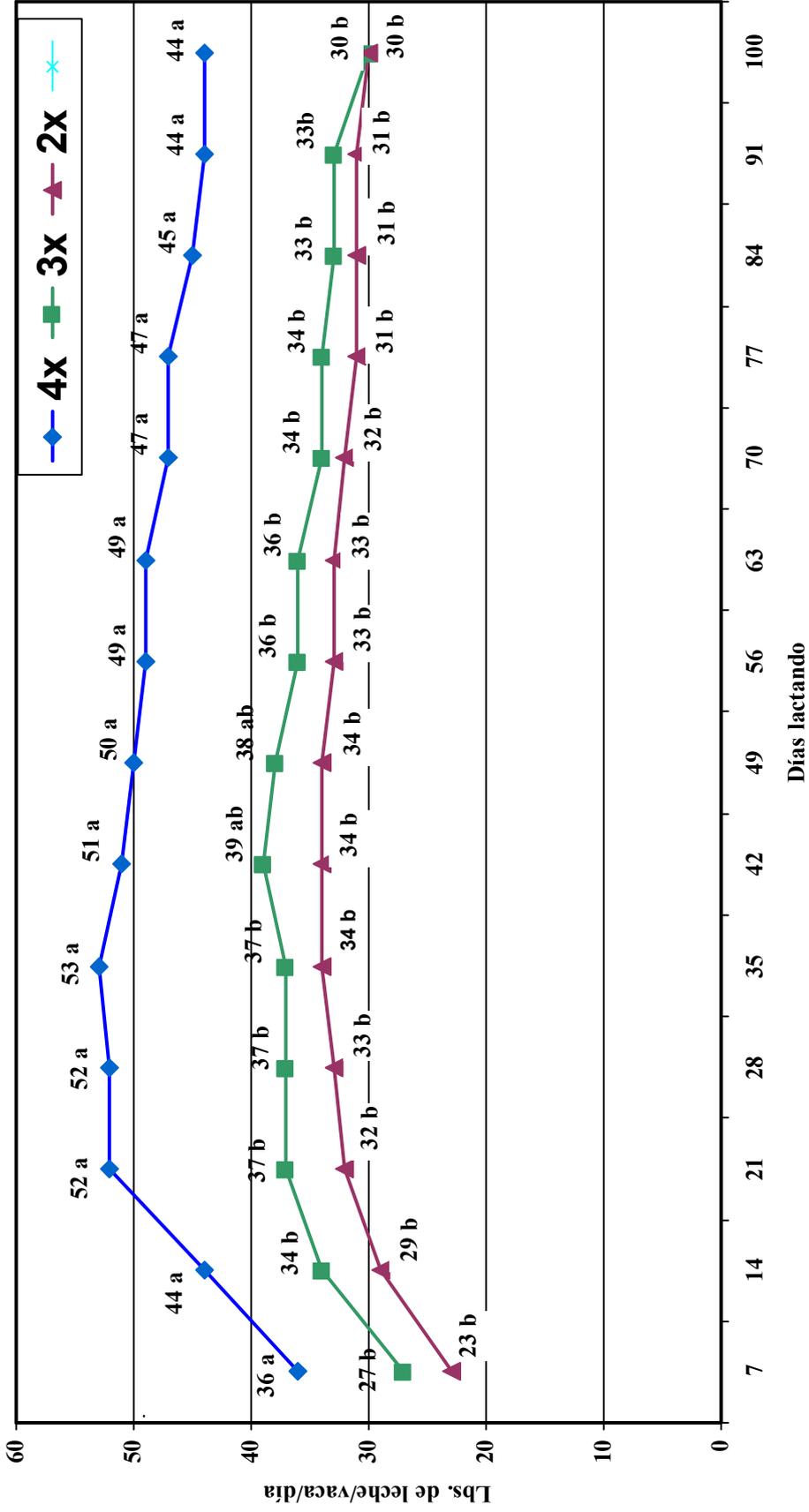
1/ producción máxima (pico de lactancia) alcanzado en cada frecuencia de ordeño.

**CUADRO 4.** Producciones de leche lbs/vaca/día en dos diferentes etapas de la fase de campo (100 días post-parto).

Frecuencia de ordeño	Producción máxima promedio (pico de lactancia) (lbs/vaca/día)	Producción X al día 100.	Disminución desde producción máxima hasta los 100 días.
2X	34	30	4
3X	39	30	9
4X	53	44	9

En cuanto a las vacas ordeñadas 3x alcanzaron su pico de lactancia a los 42 días con un promedio de 39 lbs/vaca/día iniciando su caída de producción el día 43 con una diferencia a los 100 días de 9 lbs/vaca.

Las vacas de 4x obtuvieron su pico de producción a los 35 días con un promedio de 53 lbs/vaca/día, y su baja de producción del día 36 a 100 días fue de 9 lbs/vaca.



**FIG. 2** Producción de leche real (lbs/vaca/día) por frecuencia de ordeño, expresado en promedios por cada 7 días durante los primeros 100 días lactancia.

En el ANVA realizado (Anexo A-44) el factor frecuencia de ordeño mostró un comportamiento altamente significativo. En el cuadro 5 y figura 3 se presenta el resumen de esta variable. Se observa que la frecuencia 4x (46.18 lbs/vaca/día) fue altamente significativa sobre la frecuencia 3x (36.22 lbs/vaca/día) y 2x (31.96 lbs/vaca/día); en cuanto a la frecuencia 3x se comportó altamente significativo con respecto a la frecuencia 2x.

**CUADRO 5.** Comportamiento estadístico para la producción de leche promedio (lbs/vaca/día) para el factor frecuencia de ordeño durante los 100 días lactando.

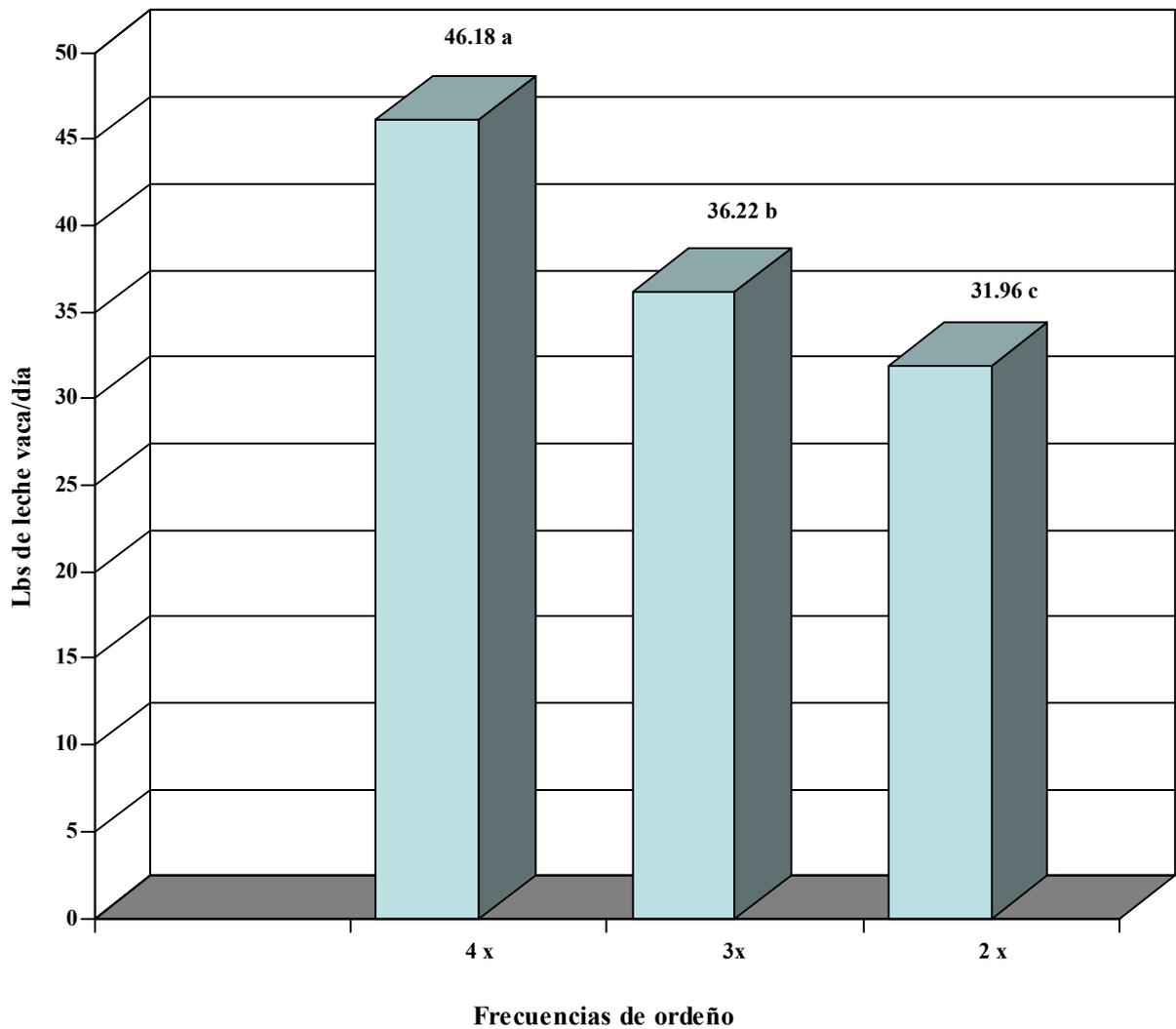
Frecuencia de ordeño	Promedio de producción (lbs/vaca/día)	Comportamiento estadístico
4x	46.18	A
3x	36.22	B
2x	31.96	C

k

Taylor Manifiesta que al aumentar la frecuencia de ordeño se incrementa la producción de leche, en el ganado bovino. La respuesta a una mayor frecuencia de ordeño parece ser una respuesta fija a través de todos los rangos de niveles de producción.(54).

Este comportamiento se puede observar en los resultados obtenidos en nuestro estudio, en donde efectivamente al aumentar la frecuencia de ordeño, aumenta la producción de leche significativamente ( $p < 0.01$ ), para el caso de las vacas ordeñadas 2x obtuvieron un promedio en producción de 31.96 lbs/vaca/día, las vacas ordeñadas 3x produjeron un promedio de 36.21 lbs/vaca/día y las de 4x con un promedio de 46.18 lbs/vaca/día.

Estudios elaborados por Taylor evaluaron las frecuencias de ordeño (2,3 y 4) para evaluar los niveles de producción, determinaron que se obtienen una diferencia superior de 7.7 lbs/vaca/día al ordeñar 3x vrs 2x y al comparar 4x vrs 3x se obtuvieron diferencias de mas de



**FIG. 3** Resultados de la prueba de Duncan para el factor frecuencia de ordeño en la producción de leche real lbs/vaca/día durante los primeros 100 días lactando.

10.8 lbs/vaca/día. (54). Las diferencias obtenidas en nuestro estudio fueron: 4.25 lbs/vaca/día 3x vrs 2x , 14.21 lbs/vaca/día al comparar 4x vrs 2x y 9.96 lbs/vaca/día cuando se comparó 4x vrs 3x.

Según Reaves después del ordeño empieza de nuevo el ciclo de la secreción láctea. Al principio la secreción es rápida pero a medida que los espacios de almacenamiento se van llenando, aumenta la presión de secreción y su rapidez de secreción disminuye.(43). Esto explica por que las vacas que se ordeñan 3 o 4 veces al día segregan una cantidad de leche notablemente mayor que cuando solamente se realizan 2 ordeños cada 24 horas.

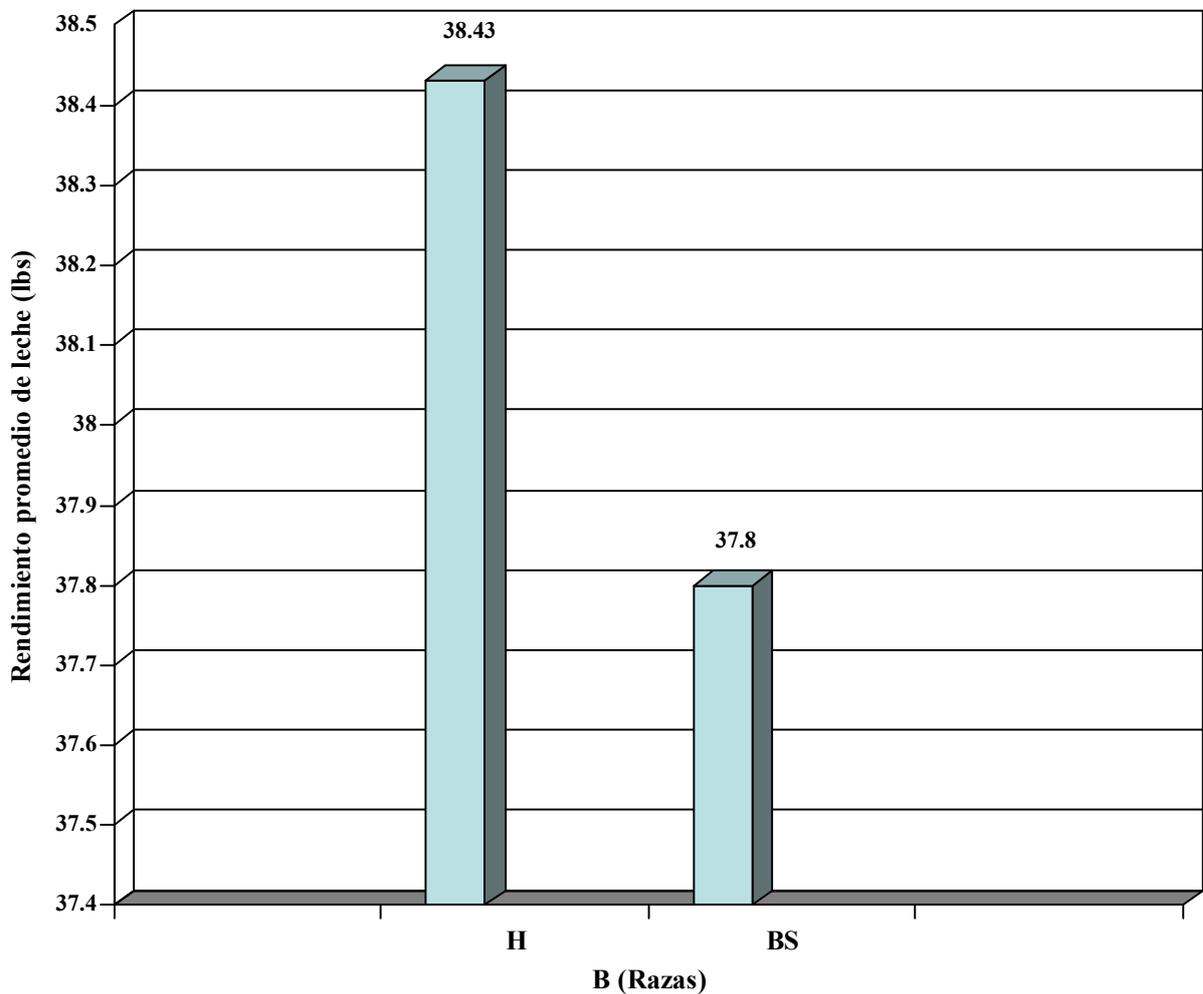
Según otros autores deducen que las fuerzas físicas de la acumulación de leche dentro de los alvéolos causa una compresión en las células secretorias y esto reduce el metabolismo celular, por lo tanto una menor secreción de leche. Según este autor cuando se incrementa el numero de ordeños los niveles de la hormona prolactina aumentan y se piensa que esta hormona tiene un efecto estimulador sobre el desarrollo de las células de la glándula mamaria por lo tanto al aumentar los niveles de la hormona prolactina a través del incremento del numero de ordeños se obtendrá mayor secreción de leche.

En un estudio Dinamarqués citado por Amstrong encontraron un aumento en la producción de leche en un 15% de vacas ordeñadas 4x sobre las ordeñadas 3x, el efecto de ordeñar 4x las vacas se refleja en un aumento de la producción de leche en un estimado del 29-30% sobre las vacas ordeñadas 2x, mientras que cuando se comparo 3x vrs 2x el aumento fue del 9-14% en la producción de leche. (2)

Estos porcentajes tienen similitud con los obtenidos en nuestra investigación, donde se encontró un aumento del 11.73% al pasar de 2x a 3x, mientras que al cambiar de 2x a 4x hay un incremento del 30.77% y al pasar de 3x a 4x se obtuvo un aumento de 21.57%.

#### 4.1.3. Efecto de las razas sobre la producción de leche.

En el cuadro anexo A-44 se observa que el factor raza resulto ser no significativo estadísticamente, como se aprecia en la figura 4 las diferencias aritméticas fueron similares; en donde la raza Holstein obtuvo un promedio de 38.43 lbs/vaca/día y la raza Brown Swiss con un promedio de 37.8 lbs/vaca/día.



**FIG. 4** Rendimiento productivo promedio de leche (lbs/vaca/día) durante los primeros 100 días lactando en las diferentes razas.

Sin embargo se supone que este resultado estadístico pudo haber sido encubierto por lo que realmente sucedió:

- La raza Holstein puede demostrar su alto valor productivo ( fenotipo) en la medida que se le ofrecen condiciones de tratamiento de estrés calórico, alimentación y frecuencia de ordeño; mientras que la raza Brown Swiss es caracterizada por su rusticidad en comparación con la Holstein por lo que pudo soportar las condiciones de manejo de las frecuencias ordeño menores ( 3x, 2x ) tales como:

- Menor tiempo en tratamiento de estrés calórico

- El consumo de alimento fue menor ya que iba de acuerdo al promedio de producción de el grupo.

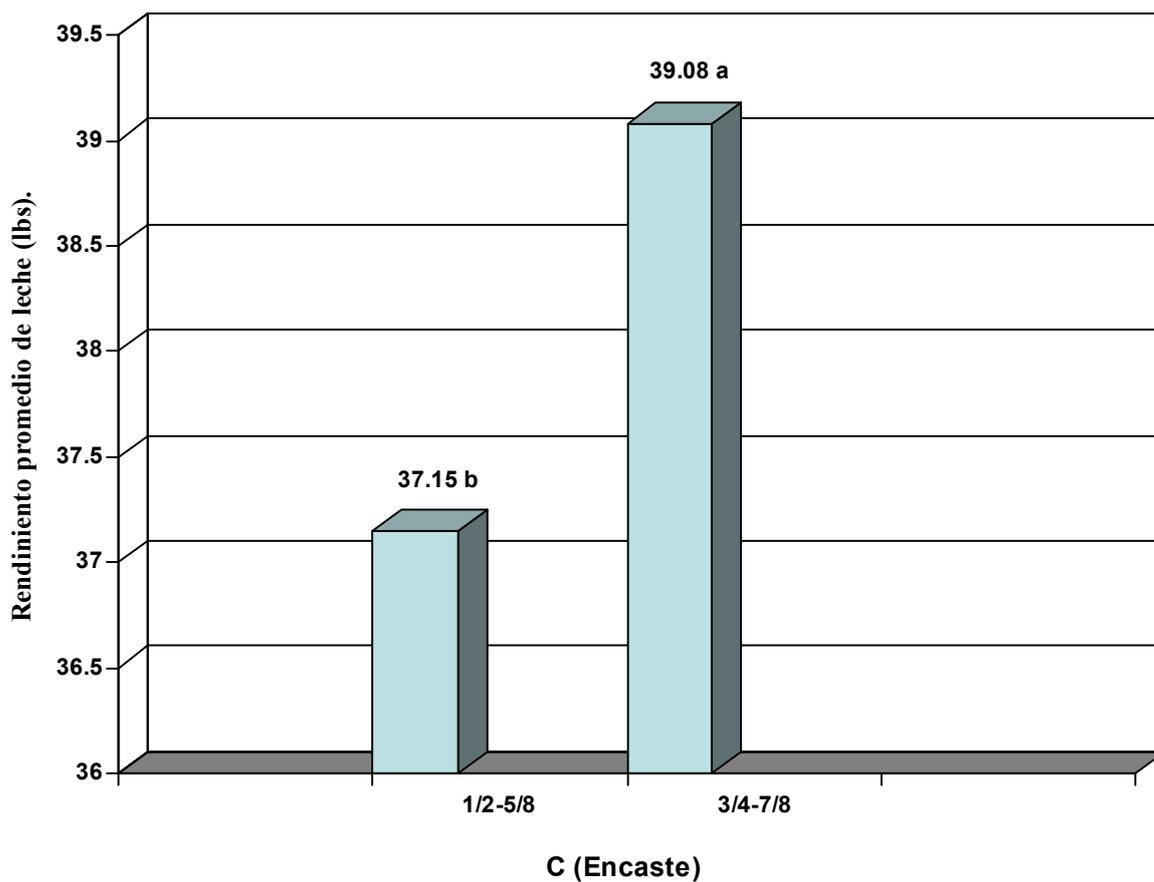
Lo anteriormente descrito puede observarse con mayor claridad en la interacción AxB que resulto estadísticamente significativa.

#### **4.1.4. Efecto de los encastes sobre la producción de leche.**

En cuanto a los encastes los resultados fueron altamente significativos ( $p < 0.01$ ) (Anexo A- 44), mostrando ser mejor el grupo de encaste 3/4-7/8 con un promedio de producción de 39.08 lbs/vaca/día sobre el grupo de encaste 1/2-5/8 cuyo promedio de producción fue de 37.15 lbs/vaca/día, como se aprecia en la figura 5; lo que indica que el grupo de encaste mas adecuado significativamente ( $p < 0.01$ ) es 3/4-7/8 de raza europea.

Vaccaro manifiesta que los encastes de razas europeas presentan un rendimiento variable, dependiendo del medio ambiente en el que se manejan (clima, alimentación, manejo, etc.); en la medida que la sangre europea aumente. (55). Esto indica que en condiciones favorables de manejo tales como los proporcionados por la hacienda

‘Agropecuaria la Laguna’, las vacas con encaste 3/4-7/8 de raza europea sería una opción atractiva para mejorar los niveles de producción de leche.



**FIG. 5** Rendimiento productivo promedio de leche (lbs/vaca/día) durante los 100 días lactando en los diferentes grupos de encaste.

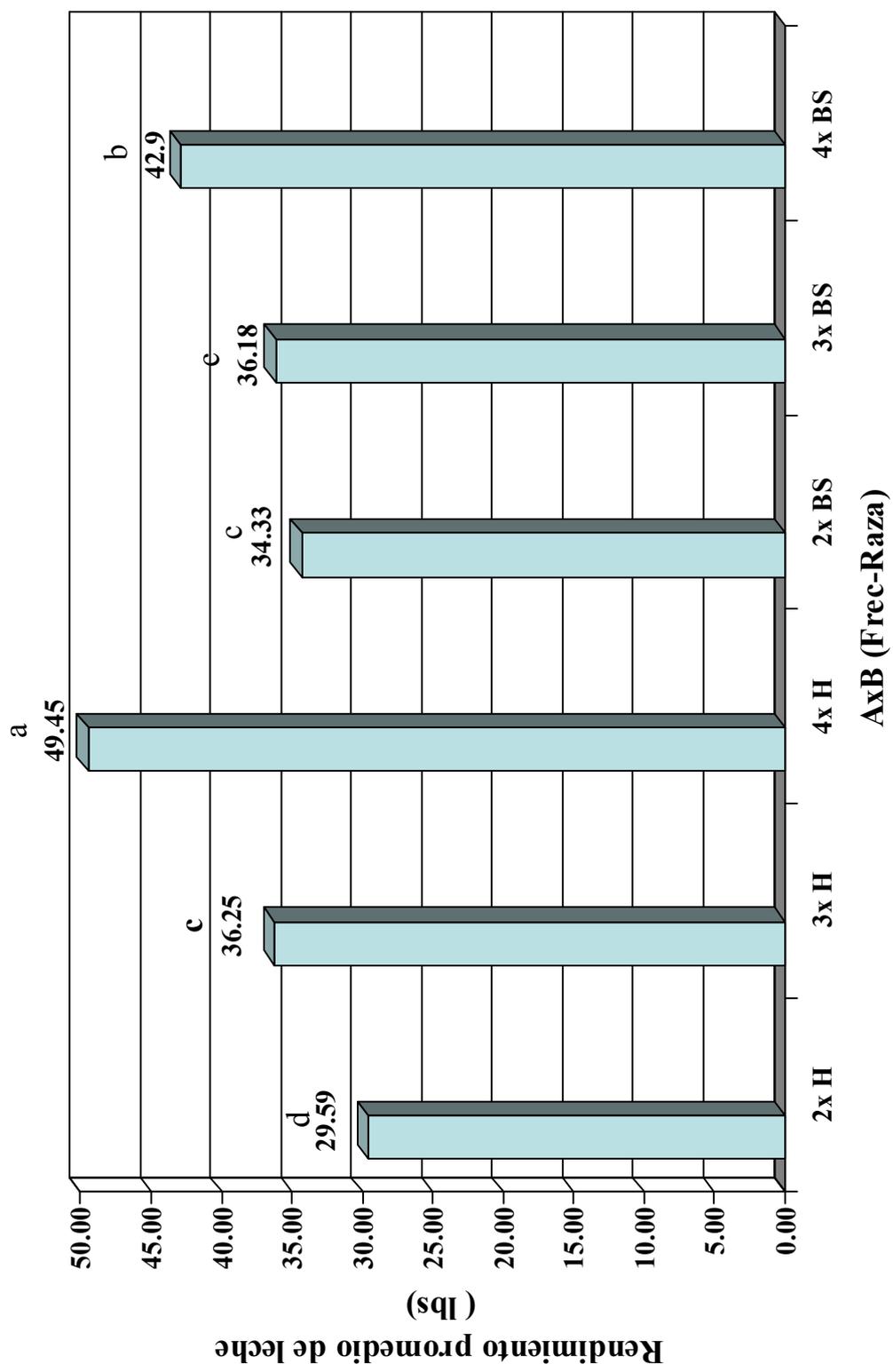
#### **4.1.5. Efecto de las interacciones sobre la producción de leche.**

##### **4.1.5.1. Frecuencia de ordeño-Raza (AxB).**

Considerando la interacción frecuencia-raza se presentan los resultados obtenidos de la producción de leche durante la fase de campo, en el cuál existieron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) (Anexo A-44), en el cuadro 6 y figura 6, se puede observar que la frecuencia 4x y la raza Holstein fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos de la misma interacción ( $p < 0.01$ ) con un promedio de producción de 49.45 lbs/vaca/día con respecto al resto de los promedios de la misma interacción. Sin embargo es notorio que no existieron diferencias estadísticas entre las razas. En relación al efecto de la interacción entre estos dos factores, al ser significativos, cabe enfatizar que una vaca solo por ser sometida a 4 ordeños diarios no puede asegurarse altas producciones sino que dependerá de la raza. Obsérvese que las vacas ordeñadas 4 veces diarias de la raza Holstein (4x H) produjeron un promedio de 49.45 lbs/día. Producción que fue superior significativamente ( $p < 0.01$ ) a las vacas también ordeñadas 4 veces diarias de la raza Brown Swiss (42.90 lbs/día).

CUADRO 6. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción AxB.

Frecuencia de ordeño	Raza	Promedio de producción (lbs/vaca/día)	Comportamiento estadístico
2x	H	29.59	D
	BS	34.33	C
3x	H	36.25	C
	BS	36.18	C
4x	H	49.45	A
	BS	42.90	B



**FIG. 6** Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante la fase de campo en la interacción AxB.

#### **4.1.5.2. Frecuencia de ordeño-Encaste (AxC).**

El comportamiento estadístico de la producción promedio de leche por vaca durante la etapa experimental, muestra que la interacción frecuencia-encaste fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ), al revisar el cuadro 7 y figura 7 referente a la interacción antes mencionada denota que la frecuencia 4x y el grupo de encastes 3/4-7/8 presentan el mejor promedio de producción. Al revisar el anexo cuadro anexo A-44, ambos factores mostraron ser altamente significativos, esto indica que a mayor frecuencia de ordeño y porcentaje de sangre europea en nuestro estudio, los niveles de producción fueron mayores. Recuérdese la diferencia estadística significativa que presentaron las frecuencias de ordeño y los grupos de encastes, diferencias que en la interacción frecuencia-encaste si incidieron, lo cuál resultó altamente significativo. La significación estadística observada en la interacción de los factores Frecuencia de ordeño-Encaste puede explicarse al aseverar en este estudio, que no solo con ordeñar 4 veces diarias las vacas podrán obtenerse altas producciones.

Obsérvese que la interacción (4x 1/2-5/8) aún siendo ordeñado 4 veces fue significativamente inferior en producción (42.99 lbs/día) a la interacción (4x 3/4-7/8) cuya producción fue de 49.35 lbs/día.

CUADRO 7. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción AxC.

Frecuencia de ordeño	Encaste	Promedio de producción	Comportamiento estadístico
2x	1/2-5/8	33.79	D
	3/4-7/8	30.13	E
3x	1/2-5/8	34.67	D
	3/4-7/8	37.75	C
4x	1/2-5/8	42.99	B
	3/4-7/8	49.35	A

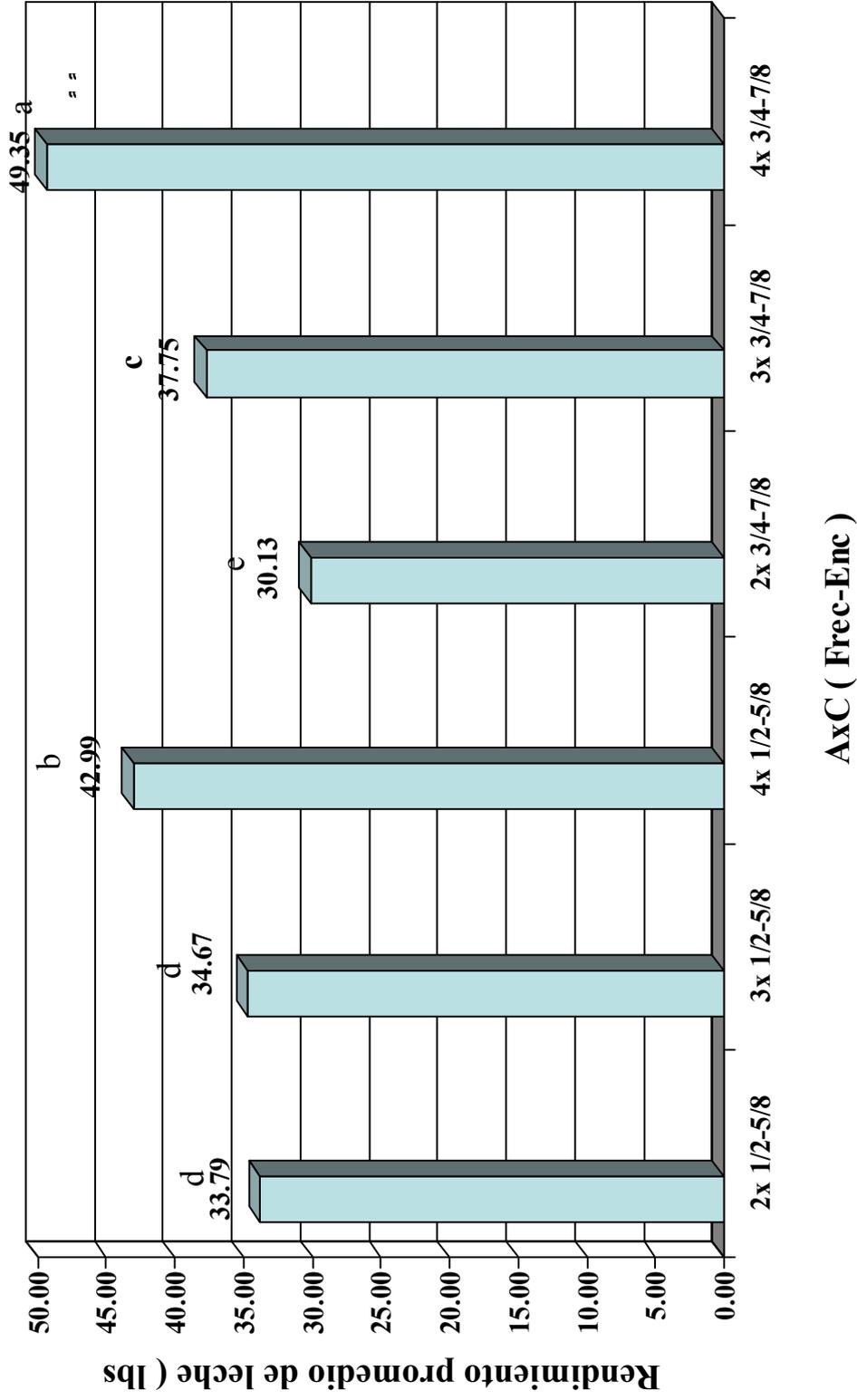


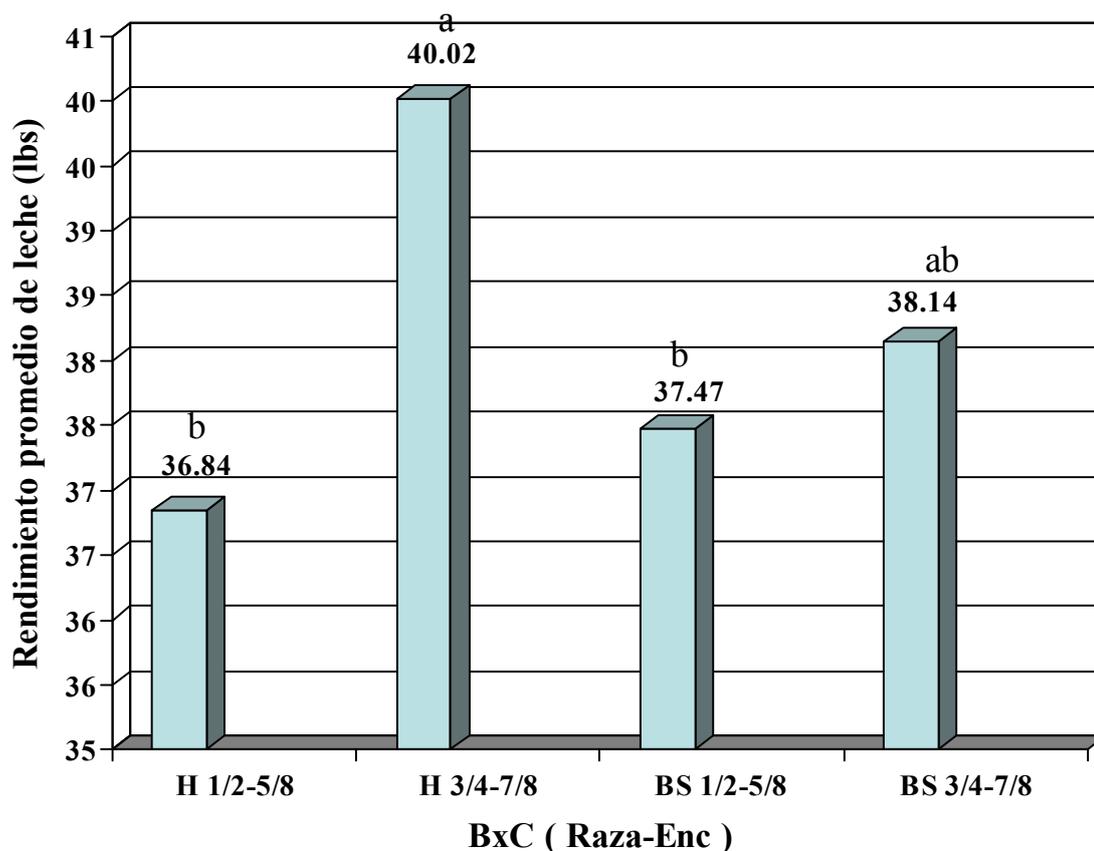
FIG. 7 Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los 100 días lactando en la interacción Ax-C.

#### 4.1.5.3. Raza-Encaste (BxC).

Los resultados obtenidos para la producción de leche de la interacción raza-encaste fueron no significativos en el análisis de varianza general (anexo A-44), sin embargo debido a que el F calculado era casi similar al F tabla se opto por realizar la prueba de Duncan cuyos resultados se aprecian en el cuadro 8 y figura 8, donde se puede observar que existieron diferencias significativas en dicha interacción (en los 4 tratamientos). Considerando solo el factor raza obsérvese que la Holstein (38.43 lbs/vaca/día) supero a la Brown Swiss (37.81 lbs/vaca/día) aritmeticamente. Sin embargo la superioridad se puede demostrar dependiendo del grado de encaste que presenta la raza Holstein. Para el caso obsérvese que el grupo de encaste 3/4-7/8 de la raza Brown Swiss (38.14 lbs/vaca/día) supero al grupo de encaste 1/2-5/8 de la raza Holstein por lo tanto se puede concluir que el grupo de encaste 3/4-7/8 independientemente del número de ordeños es superior significativamente al grupo de encaste 1/2-5/8. Sin embargo significación de la interacción dice la superioridad del grupo de encaste 3/4-7/8 dependerá de la raza. Siendo superior el grupo de encaste 3/4-7/8 de la raza Holstein (40.02 lbs/vaca/día).

CUADRO 8. Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante los primeros 100 días en la interacción BxC.

Raza	Encaste	Promedio de producción	Comportamiento estadístico
H	1/2-5/8	36.84	B
	3/4-7/8	40.02	A
BS	1/2-5/8	37.47	B
	3/4-7/8	38.14	Ab



**FIG. 8** Rendimiento productivo promedio de leche lbs/vaca/día durante la fase de campo en la interacción BxC.

#### **4.1.5.4. Frecuencia de ordeño- Raza-Encaste.**

En el cuadro anexo 44, la interacción A x B x C, resultó ser altamente significativa; donde la frecuencia 4x, raza Holstein y grupo de encastes 3/4-7/8, obtuvo el mayor promedio de producción (53.31 lbs/vaca/día).

Los resultados obtenidos de la interacción de los tres factores (AxBxC) en estudio se presentan en el cuadro 9, estadísticamente en el anexo cuadro A-44 y, se puede observar que hubo significancia estadística ( $p < 0.05$ ) entre dicha interacción lo que indica que existió relación estadística en los resultados de los factores y las interacciones que fueron altamente

significativas ( $p < 0.01$ ); lo cuál influyó en el comportamiento de la interacción (frecuencia-raza-encaste). La que resultó ser estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

Como explicado en las interacciones de primer orden, al haber presencia de significación estadística entre los factores frecuencia de ordeño-raza y frecuencia de ordeño-encaste en interacciones independientes es de esperar que también la interacción de segundo orden donde se involucran los tres factores a la vez también se encuentran diferencias significativas. Lo anterior puede explicarse analizando los datos en el cuadro 9 donde se observa que las altas producciones se obtienen no solo en los grupos que pertenecen a vacas ordeñadas con una frecuencia de 4 veces/día. Es decir las altas producciones también dependerán de la raza a la que pertenecen las vacas y al encaste de las mismas.

En el primer caso las vacas ordeñadas 4 veces diarias de la raza Holstein produjeron 49.46 lbs/vaca/día; sin embargo las vacas de otras razas (Brown Swiss) que también fueron ordeñas 4 veces diarias produjeron menos leche (42.9 lbs/vaca/día); diferencia que fue estadísticamente significativa.

Además, y en segundo lugar el factor encaste también afecta la producción de las vacas ordeñadas 4 veces/día. Obsérvese que la vacas de la raza Holstein 3/4-7/8 produjeron 54.31 lbs/vaca/día, mientras que las vacas Holstein 1/2-5/8 produjeron 44.60 lbs/vaca/día; diferencia que fue estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) y ambos grupos de vacas fueron ordeñados 4 veces diarias.

CUADRO 9. Producción de leche promedio lbs/vaca/día en la interacción AxBxC (Frecuencia de ordeño-Raza-encaste).

FREC. DE ORDEÑO	ENCASTES		H	FREC. DE ORDEÑO	ENCASTES		BS	PROMEDIOS
	1/2-5/8	3/4-7/8			1/2-5/8	3/4-7/8		
2X	32.01 f	27.17 g	29.60	2X	35.57 def	33.10 f	34.34	31.97
3X	33.90 ef	38.60 cd	36.25	3X	35.46 def	36.90 de	36.18	36.22
4X	44.60 b	54.31 a	49.46	4X	41.39 bc	44.41 b	42.90	46.18

$\bar{X} = 38.44$

37.80

## **4.2. Condición física.**

En los cuadros anexos del A-47 al A-54 se presenta la condición física promedio vaca/día, proveniente de las mediciones realizadas cada 14 días durante la etapa experimental. Cada observación se clasificó de acuerdo a los 3 factores en estudio (frecuencia de ordeño, raza y encaste). A cada uno de estos cuadros se les efectuó su respectivo análisis de varianza (cuadro anexo del A-55 al A-62) los cuales resultaron ser no significativos en ninguno de los períodos.

### **4.2.1. Efecto de tratamientos.**

En el cuadro A-63 y Cuadro 10 se muestra en forma detallada la condición física promedio, efectuado en periodos de 14 días en cada uno de los tratamientos durante la fase de campo, cada observación se clasificó de acuerdo a los factores en estudio (frecuencia de ordeño, raza y encaste) dicha clasificación sirvió para determinar, mediante el diseño utilizado, el efecto que tienen dichos factores de forma independiente sobre la condición física, así como también el efecto de la interacción de los factores en la condición física del hato lechero en estudio. Entre tratamientos analizados por períodos individuales (14 días) no se observó diferencias estadísticas significativas en ninguno de los 7 períodos de estudio Anexos A-55 al A-62. Sin embargo, cuando se analizaron las diferencias entre tratamientos considerando todos los períodos (100 días de lactancia), si se pudieron observar diferencias estadísticas significativas. Los resultados se presentan en el cuadro 11 y figura 9.

Los resultados obtenidos de la prueba de Duncan (anexo A-65) de los tratamientos mostrados en el cuadro 11 y figura 9, denotan que T3 (3.2) fue altamente significativo sobre T9 (2.9), T4 (2.7), T5 (2.6), T1 (2.5), T2 (2.4), T6 (2.4), T12 (2.3), T10 (2.1) respectivamente, pero no significativo a T11 (3.2), T8 (3.1), T7 (3.1). Además, T11 (3.2) fué altamente

CUADRO 10. Resumen de la condición física promedio por tratamiento cada 14 días durante los primeros 100 días lactando.

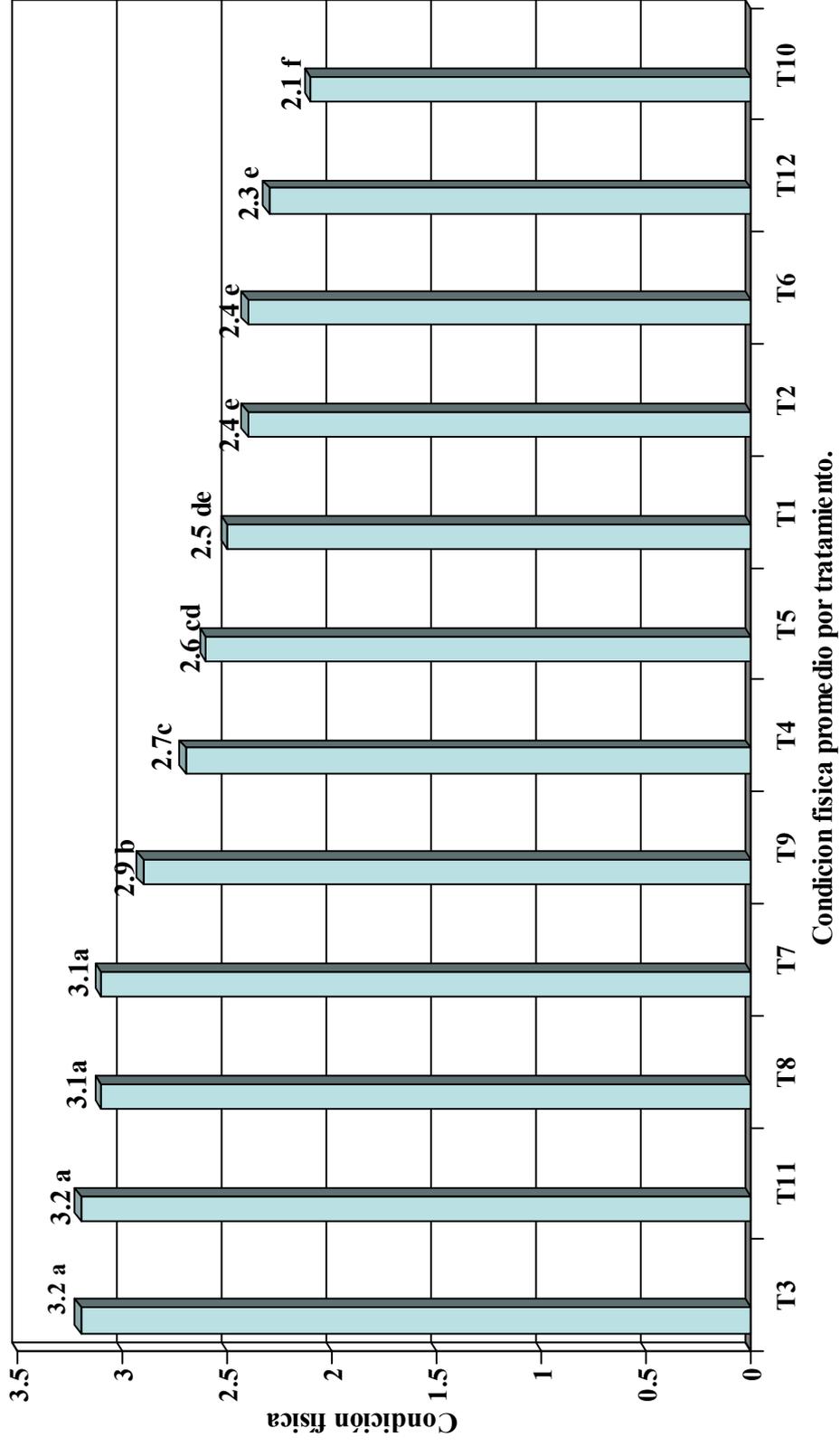
DIAS LACTANDO

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	1 días	14 días	28 días	42 días	56 días	70 días	84 días	100 días	$\Sigma$ Yijk	n	Y	
2x	H	1/2-5/8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	19.9	8	2.5	
		3/4-7/8	2.6	2.6	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	19.5	8	2.4	
	BS	1/2-5/8	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	25.7	8	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	21.9	8	2.7
3x	H	1/2-5/8	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	21	8	2.6
		3/4-7/8	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	18.9	8	2.4
	BS	1/2-5/8	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.0	3.1	24.4	8	3.1
		3/4-7/8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	24.5	8	3.1
4x	H	1/2-5/8	3.3	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.9	23.2	8	2.9
		3/4-7/8	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	16.9	8	2.1
	BS	1/2-5/8	3.2	3.2	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	3.3	25.3	8	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.0	18.7	8	2.3

CUADRO 11. Condición física promedio en los diferentes tratamientos durante los primeros 100 días lactando.

TRATAMIENTOS				
Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Promedio	
2x	H	1/2-5/8	2.5 de	T1
		3/4-7/8	2.4 e	T2
	BS	1/2-5/8	3.2 a	T3
		3/4-7/8	2.7 c	T4
3x	H	1/2-5/8	2.6 cd	T5
		3/4-7/8	2.4 e	T6
	BS	1/2-5/8	3.1 a	T7
		3/4-7/8	3.1 a	T8
4x	H	1/2-5/8	2.9 b	T9
		3/4-7/8	2.1 f	T10
	BS	1/2-5/8	3.2 a	T11
		3/4-7/8	2.3 e	T12

a, b, c, d, e, f, g = Medias con diferencias estadísticas significativas.



**FIG. 9** Resultados de la prueba de Duncan para la condición física promedio por tratamiento, durante la fase de campo.

significativo sobre T9, T4, T5, T1, T2, T6, T12 y T10; pero no significativo a T8 y T7. Por su parte T8 fue altamente significativo a T4, T5, T1, T2, T6, T12, T10 y significativo a T9 únicamente, pero no significativo a T7. El T7 mostró ser altamente significativo con T4, T5, T1, T2, T6, T12, T10 pero significativo a T9. Para el caso de T9 se comporto de manera altamente significativa sobre T5, T1, T2, T6, T12, T10 y solamente significativo a T4. Por su parte T4 fue altamente significativo con T1, T2, T6, T12, T10 y significativo a T1; pero no significativo con T5. En el caso de T5 fue altamente significativo sobre T12, T10 y significativo a T2, T6 aunque no significativo a T1. El T1 resultó altamente significativo a T10 y significativo con T12 pero no significativo a T2 y T6. Para el caso de T2 mostró ser altamente significativo sobre T10, pero no significativo con T6 y T12. El comportamiento de T6 es altamente significativo únicamente a T10 y no significativo a T12. En cuanto a T12 resultó ser significativo con T10 y en último lugar encontramos a T10 el cual por su menor condición física el resto de los tratamientos fueron estadísticamente significativos sobre el.

En resumen, los tratamientos T3 y T11 obtuvieron el mejor promedio en condición física con respecto al resto de los tratamientos, esto puede atribuirse debido a las siguientes causas:

a) Pertenecieron a la raza Brown Swiss que resulto ser superior a la raza Holstein. La discusión sobre la superioridad de la raza Brown Swiss se presenta en la sección 4.2.3.

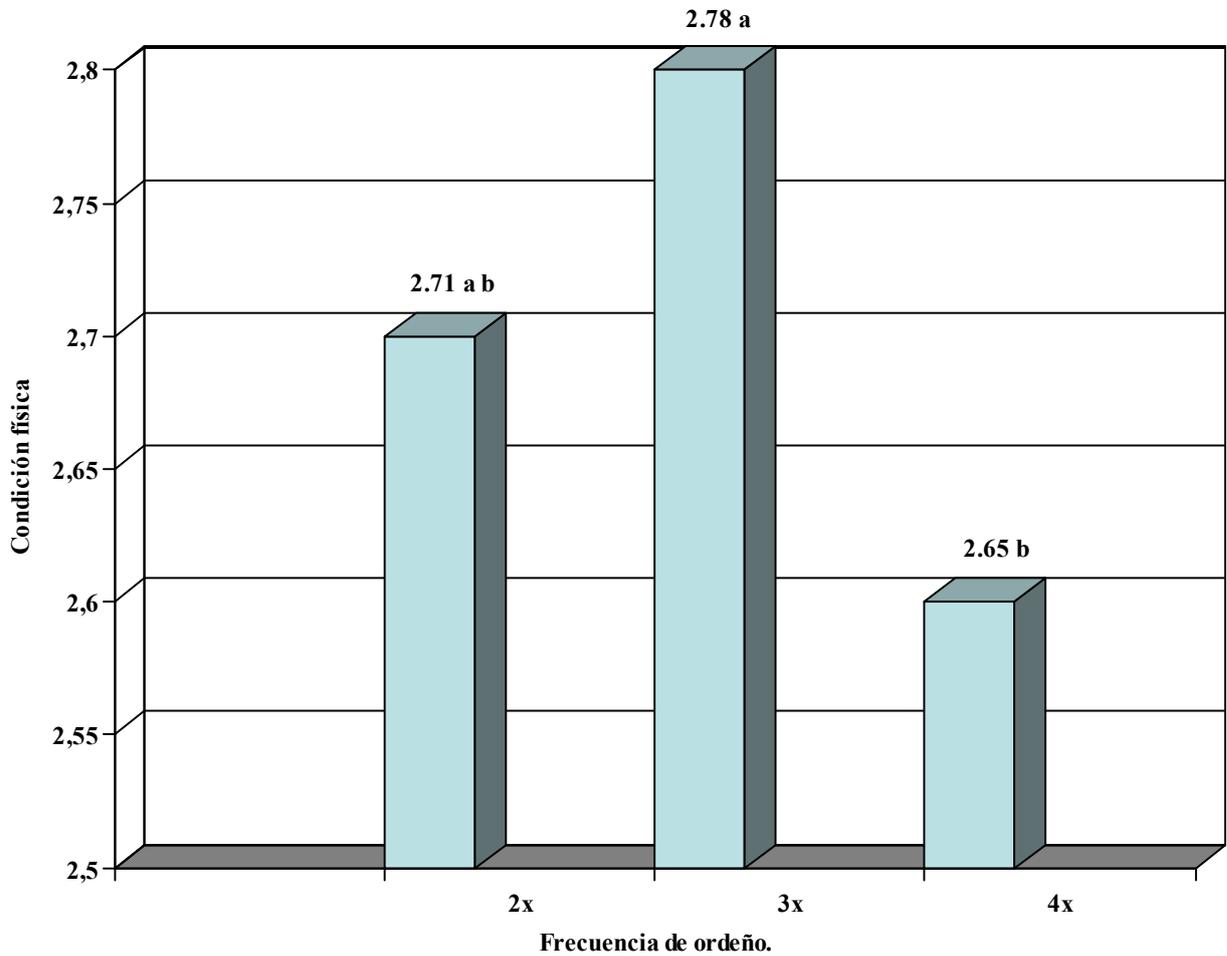
b) Pertenecieron al grupo de encaste 1/2-5/8 que fue superior al grupo de encaste 3/4-7/8, cuya superioridad se discute en la sección 4.2.4.

#### **4.2.2. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la condición física.**

En cuanto a los resultados estadísticos para el factor frecuencia, este resultó ser estadísticamente significativo al 99% de probabilidad (cuadro A-64) al realizar la prueba de Duncan (cuadro A-66) y figura 10 se comprobó que la frecuencia 3x resultó estadísticamente significativa en cuanto a menor pérdida de condición física comparado con la frecuencia 4x ( $p < 0.05$ ) y no significativo sobre la frecuencia 2x. Sin embargo al comparar la condición física de la frecuencia 2x se muestra que es no significativa estadísticamente sobre la frecuencia 4x.

Según Leroy las pérdidas de peso al principio de la lactancia es originado por las cantidades de leche producidas por las vacas.(31). Esto lo podríamos apoyar en el comportamiento de la curva típica de lactancia, la cual muestra que la condición física disminuye a medida que la producción de leche aumenta. Lo anteriormente mencionado es respaldado por Libardo Maza y col. donde describen que las reservas corporales decrecen en el inicio de la lactancia, pero aumentan de la mitad hacia el final de la misma y las pérdidas de condición corporal son mayores y más prolongadas en las vacas con mayor potencial lechero.(36).

La implementación de el cuarto ordeño reflejo incrementos sustanciales en la producción de leche, sin embargo estas producciones se incrementaban a expensas de las reservas corporales de las vacas ordeñadas 4x. En consecuencia la condición física desmejoraba gradualmente con respecto a la producción. En un estudio Israelí evaluaron el comportamiento de la condición física en vacas ordeñadas 3x y 6x veces diarias, y sus resultados fueron que el aumento de la frecuencia de ordeño después de 3x se ve reflejado en una mayor pérdida de condición física y que además produce un retraso en la recuperación de la condición corporal de aproximadamente 4 semanas comparado con ordeñar 3 veces al día.(4).



**FIG. 10** Resultados de la prueba de Duncan para la condición física promedio por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.

Todos estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio, donde se observa en el cuadro 12 y figuras 11, 12 las cuales corresponden a las frecuencias 2x y 3x respectivamente, comportándose similarmente al momento de recuperar su condición física ya que a partir del día 70 empieza su recuperación, y para el caso de la frecuencia 4x figura 13

CUADRO 12. Condición física y producción de leche para las tres frecuencias de ordeño durante los primeros 100 días lactando.

Períodos	Frecuencias de ordeño					
	2X		3X		4X	
	Condición física	Producción de leche lbs/vaca	Condición física	Producción de leche lbs/vaca	Condición física	Producción de leche lbs/vaca
Parto	2.8	--	2.8	--	2.9	--
14 días	2.8	29	2.8	34	2.7	44
28 días	2.7	33	2.7	37	2.6	52
42 días	2.6	34	2.7	39	2.6	51
56 días	2.6	33	2.7	36	2.6	49
70 días	2.7	32	2.8	34	2.6	47
84 días	2.7	31	2.8	33	2.6	45
100 días	2.8	30	2.9	30	2.6	44

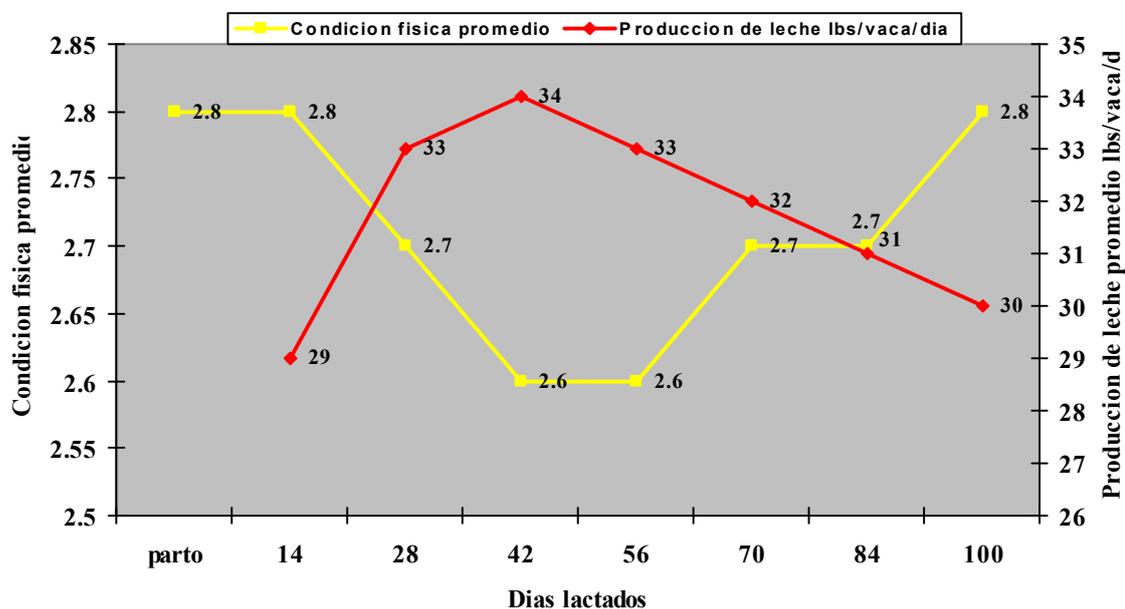


FIG. 11. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 2 veces diarias en los primeros 100 días lactando.

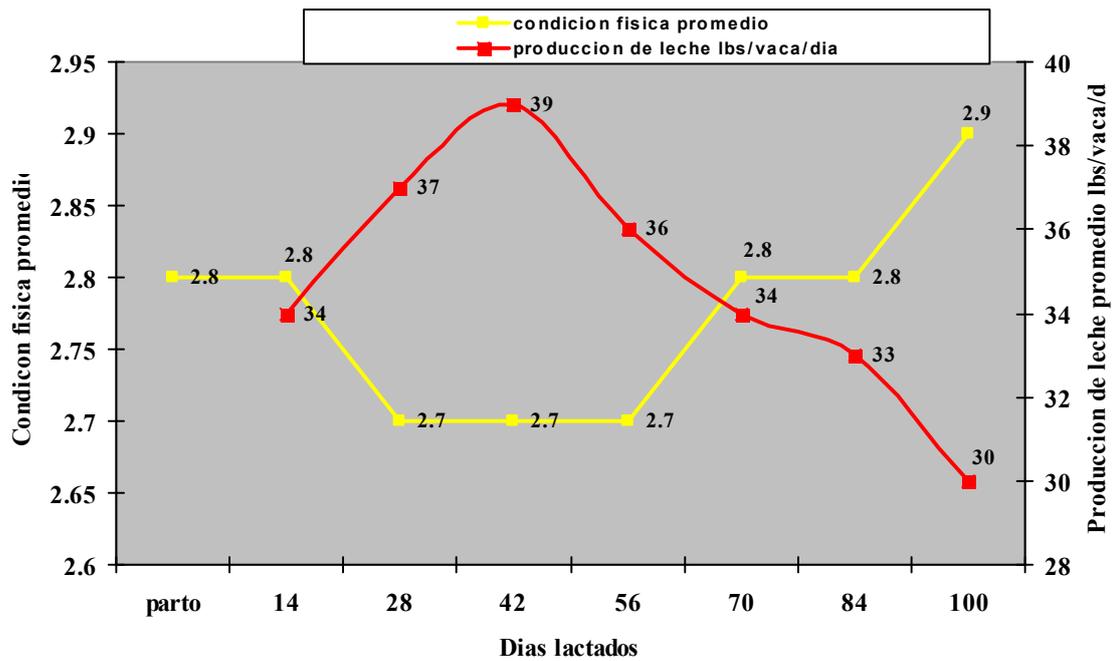


FIG. 12. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 3 veces diarias en los primeros 100 días lactando.

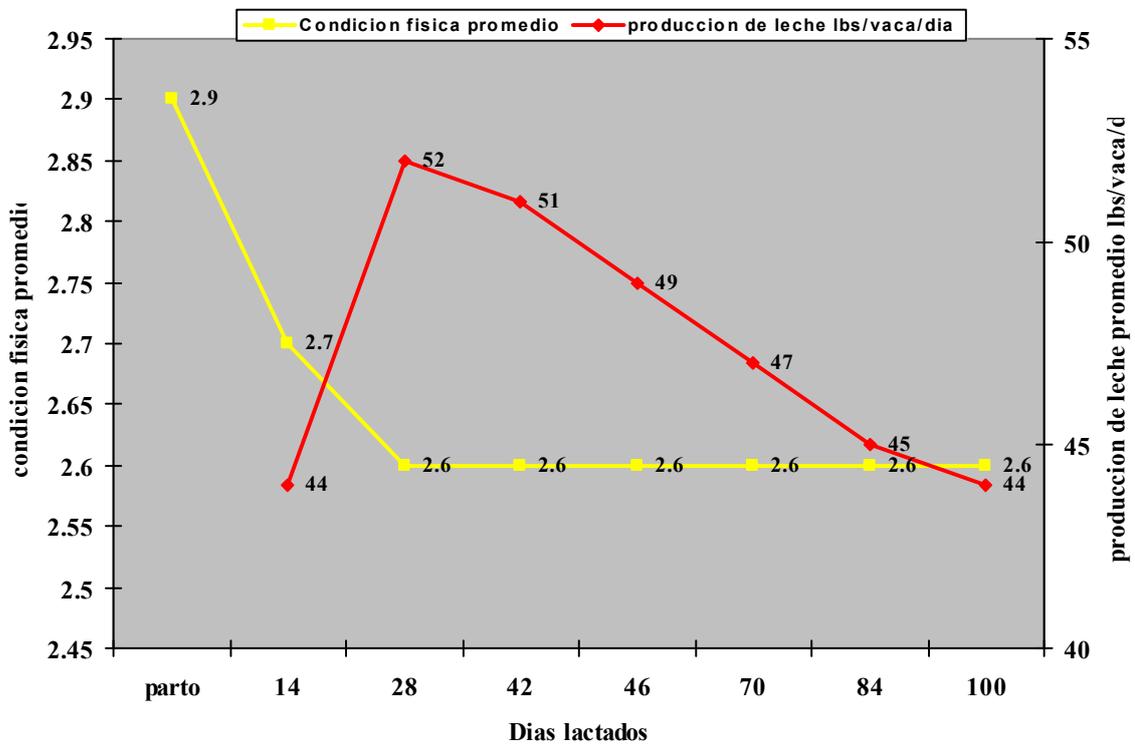


FIG. 13. Curvas de condición física y producción de leche para vacas ordeñadas 4 veces diarias en los primeros 100 días lactando.

se comprueba lo evaluado en el estudio israelí, que estas vacas que fueron ordeñadas 4 veces diarias se retrasaron en la recuperación de la condición física durante los 100 días evaluados, quedando un rango de 4 semanas en relación a la recuperación de las vacas ordeñadas 2 y 3 veces diarias. Cabe aclarar que estos resultados son hasta los 100 días lactados, sin embargo no nos consta en que tiempo a partir de los 100 días estas vacas lograron alcanzar su recuperación de condición física.

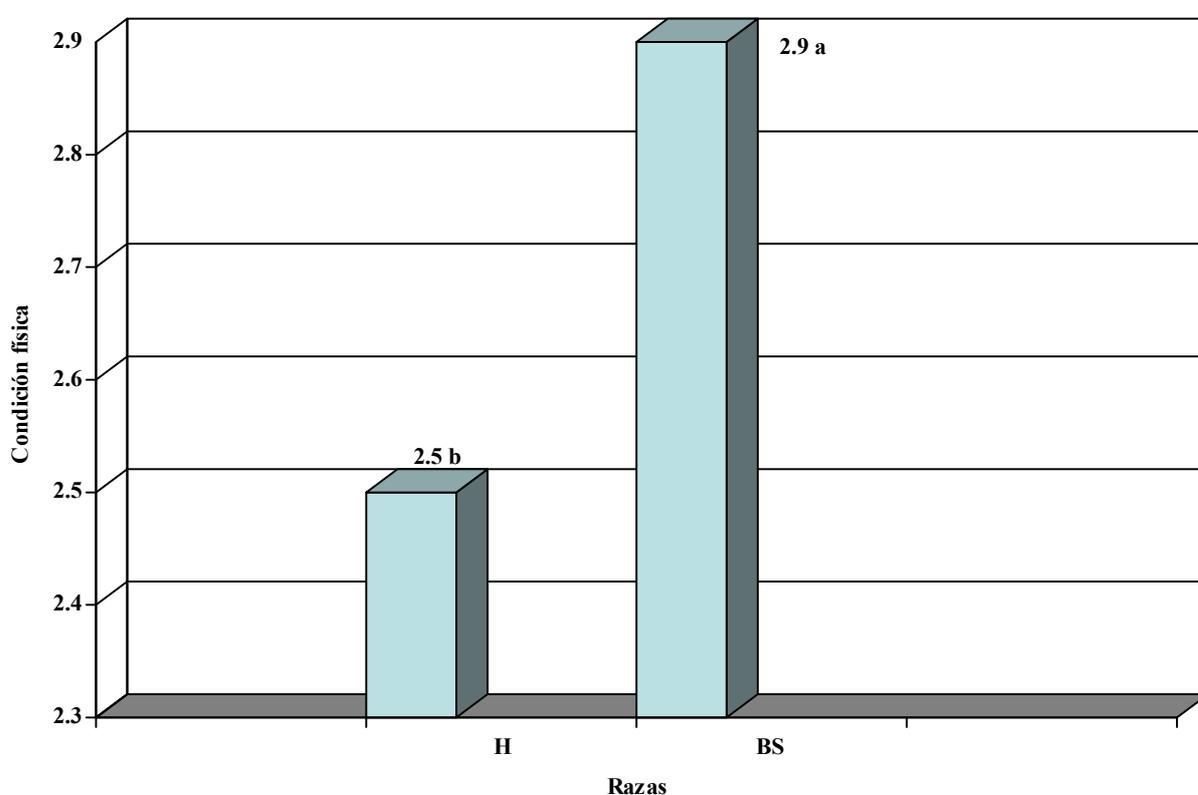
En el cuadro 13 observamos la condición física promedio en diferentes etapas de la lactancia, incluidas las pérdidas de condición corporal ocurridas en la etapa mas critica de menor condición física con relación al parto, resultando la frecuencia de ordeño 4x con mayor perdida (0.3), seguido de la frecuencia 2x (0.2) y con una menor perdida la frecuencia 3x (0.1). Según el Dr. Carlos Campabadal (8) las vacas por naturaleza pierden condición corporal; sin embargo no es recomendable que estas pierdan más de 0.50 puntos los primeros 30 días posparto. Esto es apoyado por el Dr. Castaneda el cual dice que la pérdida de condición física puede ser aceptable de 0.5 a 1.0 puntos de condición física.(11) Las pérdidas de condición física que ocurrieron en cada una de las frecuencias de ordeño fueron por debajo de los rangos permisibles en cuanto a pérdida de condición física.

CUADRO 13. Condición física promedio por frecuencia de ordeño en diferentes etapas de la lactancia ( 100 días).

Frecuencia de ordeño.	Condición física al parto.	Condición física más baja.	Perdida de condición física.	Condición física final ( 100 días)
2x	2.8	2.6	0.2	2.8
3x	2.8	2.7	0.1	2.9
4x	2.9	2.6	0.3	2.6

### 4.2.3 Efecto de las razas sobre la condición física.

Los datos estadísticos para el factor raza se muestran en el cuadro A-64, al analizar dicho factor resultó ser altamente significativo la raza Brown Swiss obteniendo una calificación promedio de condición física de 2.9, superando a la raza Holstien la cual obtuvo un promedio de 2.5, tal como lo muestra la figura 14.



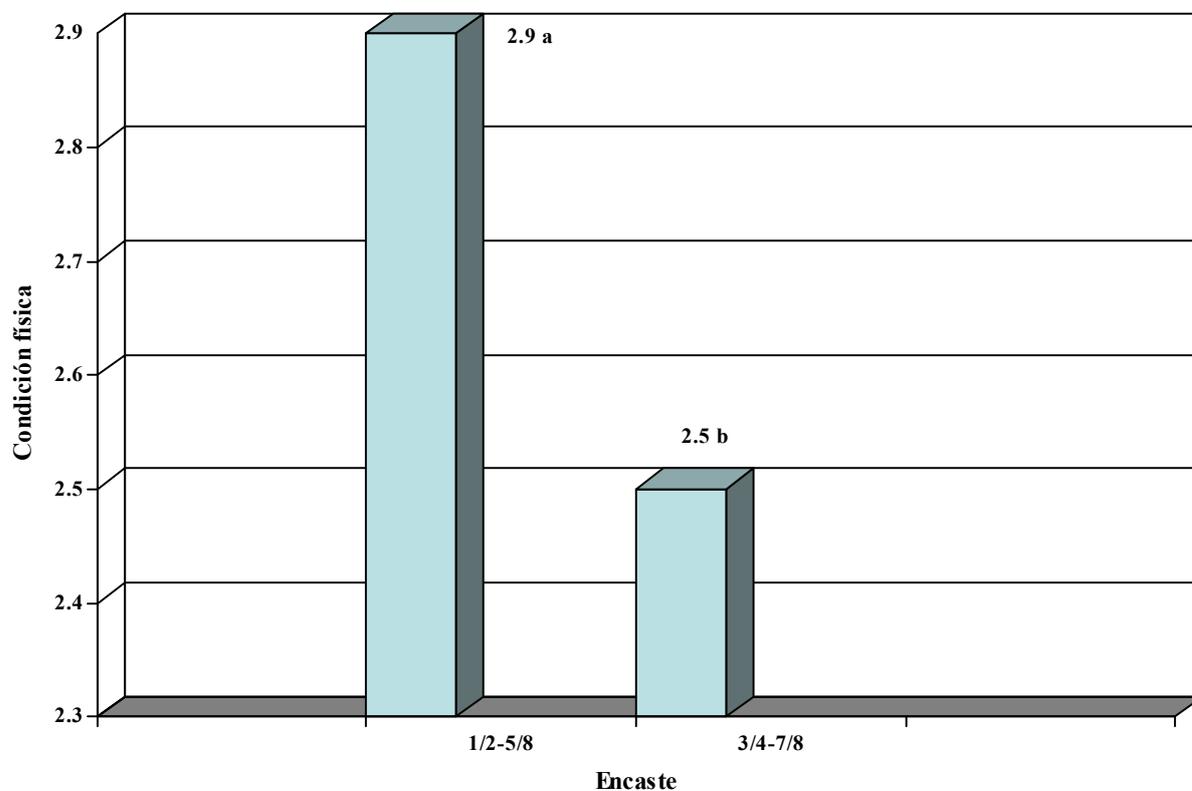
**FIG. 14.** Condición física promedio durante la fase de campo para el factor raza.

Según Lucia Vaccaro la raza Brown Swiss es caracterizada por su rusticidad en comparación con la Holstein por lo que puede soportar las condiciones de manejo implementadas en el trópico (55). En un estudio efectuado por Bodisco V. y col. determinaron que el incremento de peso fue influenciado por la raza 44.22 lbs. más para

Pardo Suiza;  $P < 0,01$  comparándolo con la raza Holstein, además concluyeron que en promedio durante la lactancia ambas razas aumentaron de peso, siendo las Pardo Suizas (68.61 lbs.) significativamente ( $P < 0,05$ ) más que las Holstein (24.75 lbs.) (6). Todos estos datos tienen similitud con los obtenidos en nuestro estudio. Es evidente que la rusticidad que posee la raza Brown Swiss le ayuda a soportar los cambios de condición física en menor proporción que la raza Holstein y que incluso esta lograron recuperar mayor condición física al final de los primeros 100 días evaluados; diferencia que al final se vio reflejada en diferencias estadísticas altamente significativas.

#### **4.2.4. Efecto de los encastes sobre la condición física.**

En el cuadro A-64 se presentan los datos estadísticos para el factor encaste, donde se observa diferencias altamente significativas que presentó dicho factor en estudio. El grupo de encaste 1/2-5/8 obtuvo un promedio general en condición física de 2.9 el cual superó al grupo de encaste 3/4-7/8 que presentó un promedio general de 2.5 resultados que son presentados en la figura 15, donde existe una diferencia de 0.4 puntos de condición física del grupo de encaste 1/2-5/8 con respecto al grupo de encaste 3/4-7/8. Estos resultados posiblemente se deben a que el grupo de encastes 3/4-7/8 es el grupo de mejor comportamiento en producción de leche y por lo tanto las vacas que pertenecen a este grupo de encaste necesitan tomar parte de sus reservas corporales para mantener su producción. A esto se le puede añadir que el grupo de encaste 3/4-7/8 de raza europea es más susceptible a las condiciones ambientales manifestadas en nuestro medio, mientras que el grupo de encaste 1/2-5/8 de raza europea es menor su potencial productivo de leche, por lo cual necesita hacer menor uso de sus reservas corporales; además su resistencia a las condiciones ambientales presentadas en este medio es mayor comparando al grupo de encaste 3/4-7/8.



**FIG. 15** Condición física promedio durante la fase de campo para el factor encaste.

Alves Santiago argumenta que las vacas finas de un modo general son muy pocos resistentes a las condiciones tropicales y por tanto, es importante aprovechar los animales adaptados para cruzarlos con las razas finas, formando un mosaico genético que reúna al mismo tiempo la resistencia del ganado nativo y la productividad de los especializados. Dice también que a medida que se incrementa la infusión de los cruces con razas más adaptadas a las condiciones del trópico, los bovinos se tornan cada vez más tolerantes al calor, en cambio la producción de leche tiende a reducirse (49), de ahí la necesidad de mantener una proporción adecuada que permita el equilibrio entre la resistencia a los factores adversos del medio y la productividad en bases económicas rentables. Sin embargo las pérdidas de condición física

manifestadas en nuestro estudio en relación a los grupos de encastes mencionados, no sobrepasan de lo normal, manifestado por el Dr. Campabadal el cual dice que es natural que durante los primeros 30 días de lactancia de las vacas estas pierdan no mas de 0.5-1 puntos de condición física (8), por lo tanto el grupo de encastes 3/4-7/8 de raza europea es una opción atractiva, para ser implementada en condiciones de manejo tales como las proporcionadas en esta investigación.

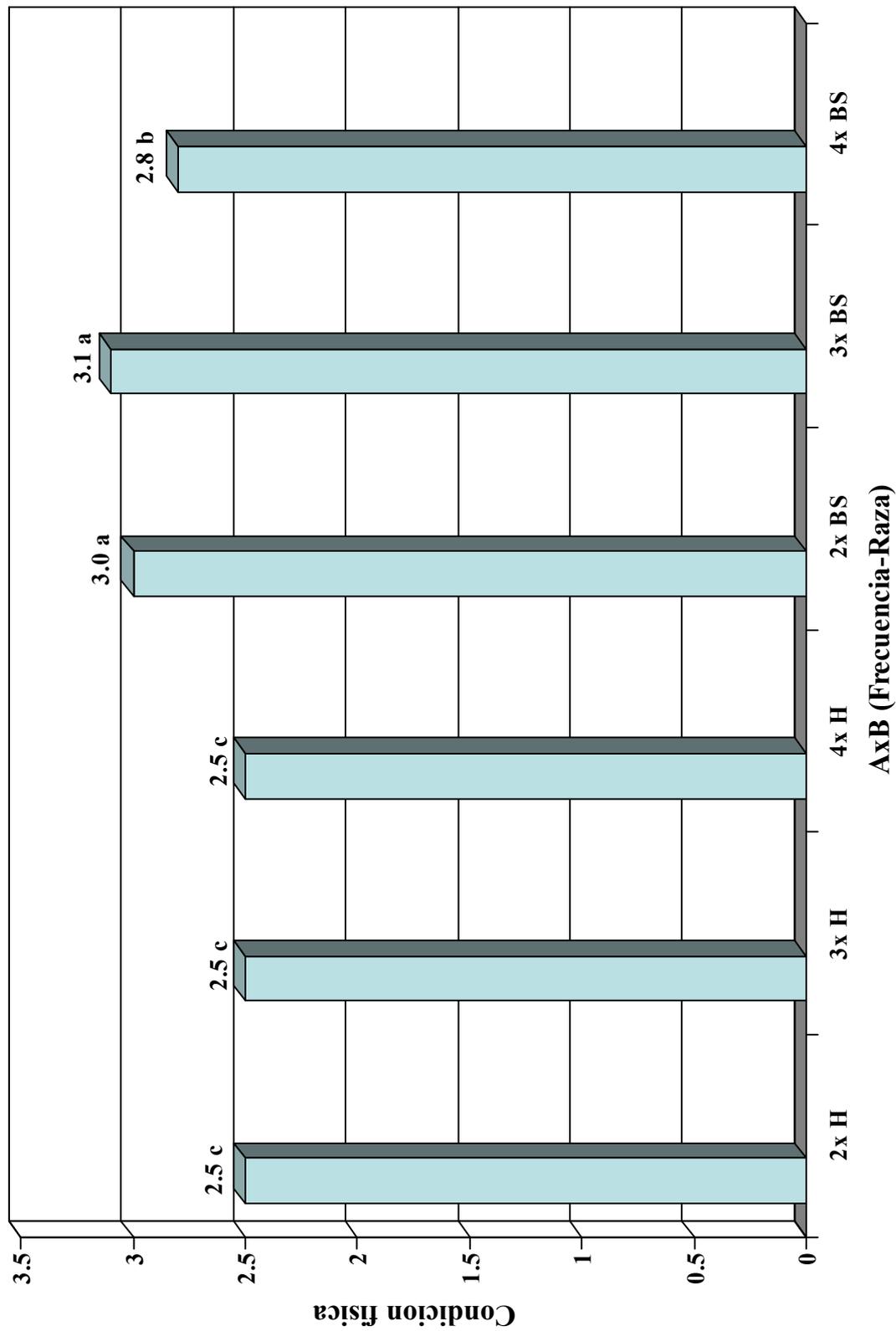
#### **4.2.5 Efecto de las interacciones sobre la condición física.**

##### **4.2.5.1. Frecuencia-raza (A x B).**

En el cuadro A-64 existen diferencias altamente significativa en la interacción frecuencia raza (A x B) como se aprecia en el cuadro 14 y la figura 16 referente a la interacción A x B se puede observar que la frecuencia 3x y la raza Brown Swiss presentan el mejor promedio en condición física.

CUADRO 14. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción AxB.

Frecuencia de ordeño	Raza	Promedio de condición física	Comportamiento estadístico
2x	H	2.5	c
	BS	3.0	a
3x	H	2.5	c
	BS	3.1	a
4x	H	2.5	c
	BS	2.8	b



**FIG. 16.** Condición física promedio durante la fase de campo en la interacción AxB.

(3.1 a), seguido de la frecuencia 2x y raza Brown Swiss con un promedio de 3.0 (a). Al parecer las condiciones físicas se ven más afectadas en la raza Holstein no importando la frecuencia de ordeño a las que son sometidas, la raza Brown Swiss es la que presenta menores pérdidas de condición física esta raza al parecer no es afectada en mayor proporción en comparación a la raza Holstein; sin embargo al ser ordeñada 4 veces al día si se observa una disminución de condición física comparada con ser ordeñadas ya sea 2 o 3 veces por día.

#### 4.2.5.2. Frecuencia-encaste (AxC).

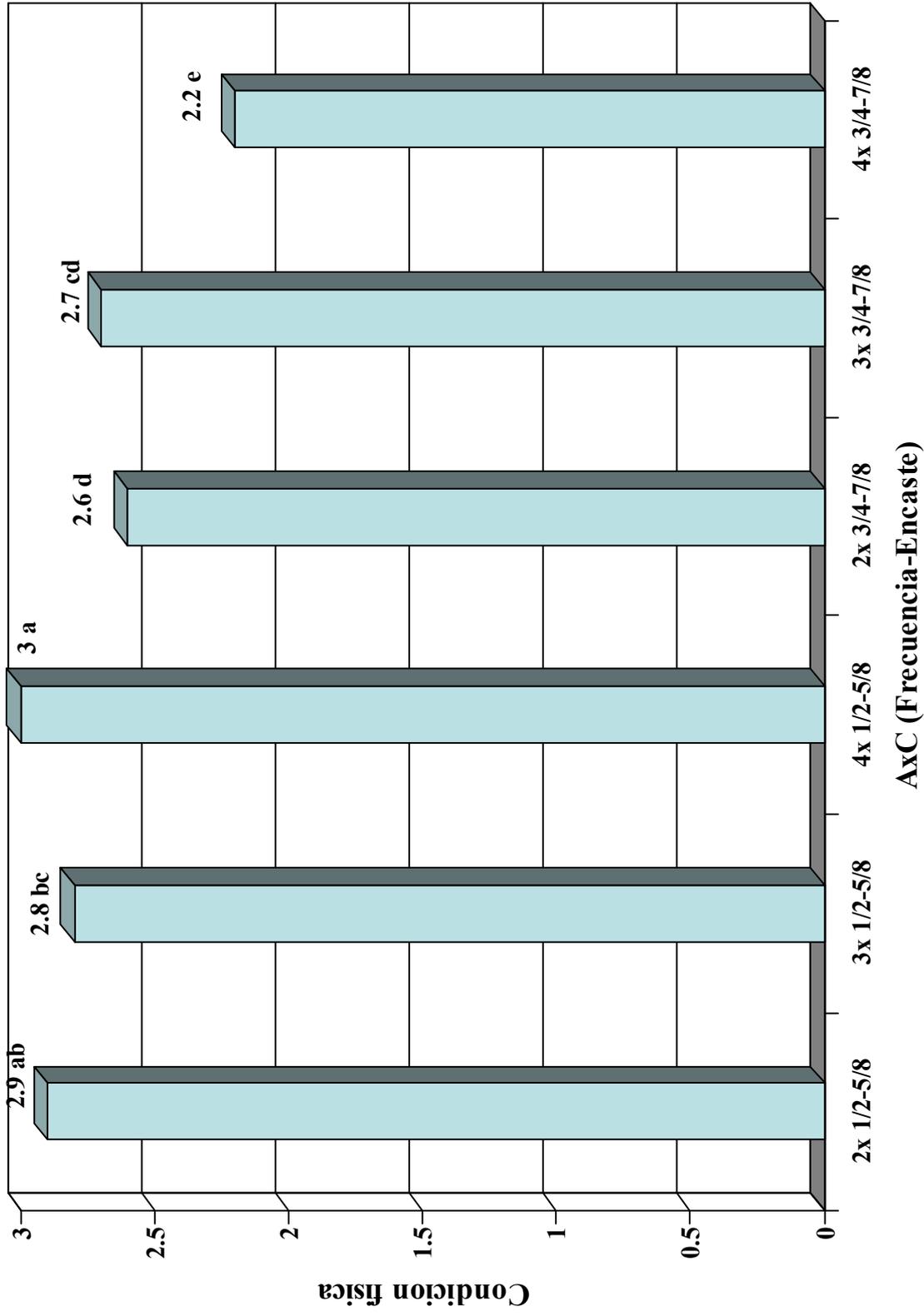
De acuerdo al cuadro A-64 esta interacción resultó ser altamente significativa y donde el cuadro 15 y figura 17 proveniente de la interacción AxC muestra que la frecuencia 4x y grupo de encaste 1/2-5/8 obtuvo el mejor promedio de condición física 3.0 (a).

CUADRO 15. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción AxC.

Frecuencia de ordeño	Encaste	Promedio de condición física	Comportamiento estadístico
2x	1/2-5/8	2.9	Ab
	3/4-7/8	2.6	D
3x	1/2-5/8	2.8	Bc
	3/4-7/8	2.7	Cd
4x	1/2-5/8	3.0	A
	3/4-7/8	2.2	E

Al parecer las condiciones físicas se ven más afectadas en los grupos de encaste 3/4-7/8 a medida que la frecuencia de ordeño aumenta; para el caso de los grupos de encaste 1/2-5/8 son los que presentan menores pérdidas de condición física, este grupo de encaste al parecer no es afectado aun aumentando la frecuencia de ordeño.

Considerando solo el factor encaste obsérvese la superioridad del grupo de encaste 1/2-5/8 sobre el grupo de encaste 3/4-7/8 y donde la frecuencia 4x afecta mayormente aquellas vacas que pertenecieron al grupo de encaste 3/4-7/8; las cuales por tener un alto potencial productivo de leche utilizaron en mayor cantidad sus reservas corporales que aquellas vacas que pertenecieron al grupo de encaste 1/2-5/8.



**FIG. 17** Condición física promedio durante la fase de campo en la interacción AxC.

#### 4.2.5.3. Raza-Encaste (BxC).

En cuanto a los resultados estadísticos para la interacción Raza-Encaste cuadro A-64, el comportamiento de la condición física resulto ser estadísticamente no significativa; lo que indica que una raza es mejor en todos los grupos de encaste cuadro 16.

CUADRO 16. Condición física promedio durante los primeros 100 días lactando en la interacción BxC.

Grpo. de Encaste Raza	1/2-5/8	3/4-7/8	Promedios
Holstein	2.7	2.3	2.5
Brown Swiss	3.1	2.7	2.9
Promedios	2.9	2.5	-----

En este caso obsérvese que la raza Brown Swiss supera a la raza Holstein en todos los grupos de encaste, por lo tanto se puede decir que no hubo interacción en dichos factores razón por la cual no existieron diferencias estadísticas significativas.

#### 4.2.5.4. Frecuencia de ordeño-raza-encaste (AxBxC).

Los resultados obtenidos de la interacción de los tres factores (AxBxC) en estudio se presentan en el cuadro 17, estadísticamente en el cuadro A-64 se puede observar que fue altamente significativa estadísticamente ( $p < 0.01$ ) entre dicha interacción. Lo que indica que existió relación estadística en los resultados de los factores y las interacciones que fueron

altamente significativas ( $p < 0.01$ ) excepto la interacción BxC que resulto estadísticamente no significativa; lo cuál influyó en el comportamiento de la interacción (frecuencia-raza-encaste).

Como explicado en las interacciones de primer orden, al haber presencia de significación estadística entre los factores frecuencia de ordeño-raza y frecuencia de ordeño-encaste en interacciones independientes es de esperar que también la interacción de segundo orden donde se involucran los tres factores a la vez también se encuentren diferencias significativas. Lo anterior puede explicarse analizando los datos en el cuadro 17 donde se observa que las altas condiciones físicas se obtienen no solo en los grupos que pertenecen a vacas ordeñadas con una frecuencia de 2 o 3 veces por día sino que también en vacas ordeñadas 4 veces/día. Es decir las altas condiciones físicas también dependerán de la raza a la que pertenecen las vacas y al grupo de encaste de las mismas.

Obsérvese que existieron 4 interacciones (2x BS 1/2-5/8; 4x BS 1/2-5/8; 3x BS 1/2-5/8; 3x BS 3/4-7/8) con promedios de 3.2 a; 3.2 a; 3.1 a y 3.1 a respectivamente.

En primer caso podemos mencionar que la condición física la determina ser de la raza Brown Swiss. Además, y en segundo lugar el grupo de encaste 1/2-5/8 contribuye a una menor pérdida de condición física no importando la frecuencia de ordeño a las que sean sometidas.

Obsérvese que la condición física en la raza Holstein a partir del grupo de encaste 3/4-7/8 es mas afectada en cuanto a mayores perdidas de condición física, también bajo condiciones de este estudio predomina el ser del grupo de encaste 3/4-7/8 y ordeñado 4 veces por día, afecta incluso a la raza Brown Swiss .

Al parecer ordeñar 4 veces por día afecta mas al grupo de encaste 3/4-7/8, y aun en mayor proporción a las vacas de la raza Holstein. El hecho de ser Holstein 3/4-7/8 disminuye condiciones físicas en ambos casos ya sean ordeñadas 3 o 4 veces por día.

Por el contrario a la raza Brown Swiss solo lo afecta si es del grupo de encaste 3/4-7/8 ordeñada 4 veces por día, pero si son ordeñadas 2 o 3 veces por día la condición física no es afectada aun siendo Brown Swiss 3/4-7/8.

CUADRO 17. Condición física promedio en la interacción AxBxC (Frecuencia de ordeño- Raza- Encaste)

FREC. DE ORDEÑO	ENCASTES		H	FREC. DE ORDEÑO	ENCASTES		BS	PROMEDIOS
	1/2-5/8	3/4-7/8			1/2-5/8	3/4-7/8		
2X	2.5 de	2.4 e	2.45	2X	3.2 a	2.7 c	2.95	2.7
3X	2.6 cd	2.4 e	2.5	3X	3.1 a	3.1 a	3.1	2.8
4X	2.9 b	2.1 f	2.5	4X	3.2 a	2.3 e	2.75	2.6

$$\bar{X} = 2.5$$

$$2.9$$

### 4.3. Días vacíos.

En el cuadro A-67 se presentan los días vacíos para cada una de las observaciones agrupadas por frecuencia de ordeño, provenientes de las palpaciones realizadas entre las fechas del 01-03- 2005 al 11-02-2006. Cada observación se clasificó de acuerdo a un solo factor en estudio (frecuencia de ordeño) dicha clasificación sirvió para determinar, mediante el diseño utilizado, el efecto que tiene dicho factor de forma directa sobre los días vacíos. Efectuándosele su respectivo análisis de varianza (cuadro anexo A-68) el cual resulto ser no significativo.

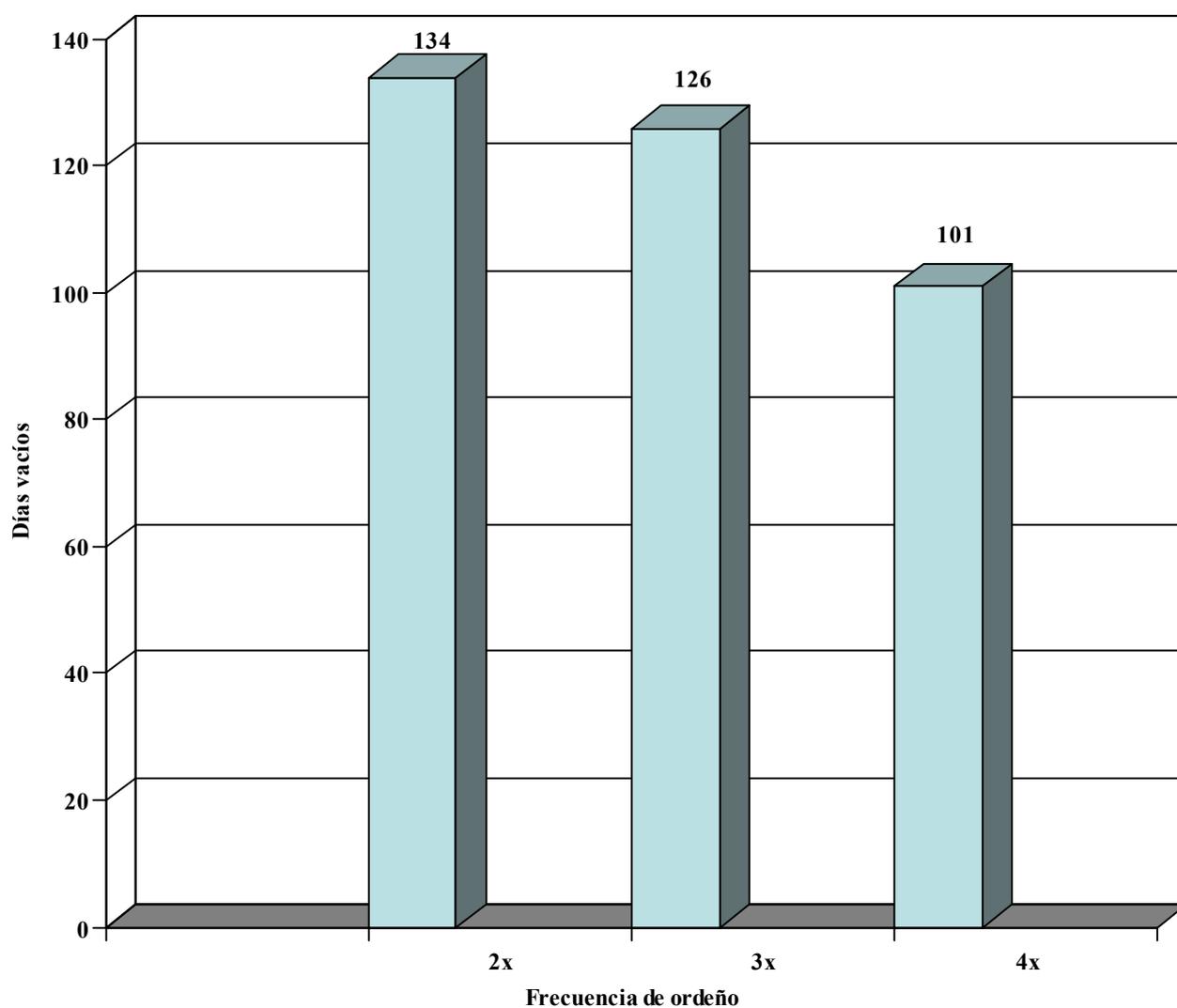
#### 4.3.1. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre los días vacíos.

En el cuadro 18 se muestra en forma detallada los días vacíos provenientes de las palpaciones efectuadas entre las fechas del 01-03-2005 al 11-02-2006, entre frecuencia de ordeño no se observaron diferencias estadísticas significativas cuadro A-68. Sin embargo, existieron diferencias aritméticas entre frecuencias de ordeño figura 18, tal es el caso que para aquellas vacas que se ordeñaron 2 veces por día obtuvieron en promedio 134 días vacíos, las que se ordeñaron 3 veces por día presentaron en promedio 126 días vacíos y 101 días vacíos

CUADRO 18. Promedios de días vacíos y coeficiente de variación por frecuencia de ordeño.

Frecuencia de ordeño	Días vacíos	$\bar{X}$	CV
2x	122-260-119-145-67-198-166-29-70-89-136-110-235	134.3077	49.90%
3x	48-153-92-95-92-181-132-222-55-111-211	126.5455	46.65%
4x	65-77-95-110-111-114-59-82-199	101.3333	41.26%

para las que se ordeñaron 4 veces por día. Analizando estas diferencias aritméticas entre tratamientos observamos que las vacas ordeñadas 2 veces por día manifestaron una diferencia de 8 días vacíos contra las ordeñadas 3 veces y 33 días vacíos de diferencia contra las ordeñadas 4 veces por día. Para las vacas que se ordeñaron 3 veces mantuvieron una diferencia de 25 días vacíos contra aquellas que se ordeñaron 4 veces por día. Al parecer estas diferencias aritméticas hubiesen causado diferencias estadísticas significativas, pero no existieron.



**Fig. 18.** Promedio de días vacíos por frecuencia de ordeño

Debido a que al evaluar los coeficientes de variación para cada una de las frecuencias de ordeño, se observó que estos fueron muy altos, tal es el caso que para frecuencia de ordeño 2x obtuvieron un coeficiente de variación del 49.90%, la frecuencia de ordeño 3x un coeficiente de variación de 46.65% y 41.26% para la frecuencia de ordeño 4x. Esto indica entonces que dentro de cada frecuencia de ordeño existe mucha variación en cuanto a días vacíos ya que existieron observaciones muy dispersas entre sí, por esta razón es que en el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas, aunque una frecuencia de ordeño sea mejor que las otras ya que debe haber homogeneidad de varianza dentro de cada frecuencia de ordeño.

Según investigadores israelíes evaluaron el efecto que tiene el incremento de la frecuencia de ordeño a 6x con la frecuencia de ordeño 3x, sobre la reproducción de las vacas y encontraron que este incremento no produjo adverso efecto sobre la reproducción tal es el caso de la tasa de concepción a la primera ovulación a través de la sincronización de celo no fue diferente significativamente entre tratamientos (4). Esto coincide con los resultados de nuestro estudio donde el incremento en la frecuencia de ordeño no afectó los días vacíos.

Dennis V. Amstrong (2) encontró una tendencia reducida en cuanto a eficiencia reproductiva para vacas que se ordeñaron 3 veces por día comparadas con las vacas ordeñadas 2 veces. Al parecer el intervalo entre partos y los días abiertos eran un poco más bajos en vacas ordeñadas 3 veces por día. Esta disminución de la eficiencia reproductiva si era baja, pero muy pequeña al grado de ser estadísticamente no significativa. Esta investigación tiene similitud con los resultados de este estudio en cuanto a que no existieron diferencias estadísticas significativas entre las frecuencias 2x y 3x, cabe aclarar que la frecuencia de ordeño 3x fue ligeramente menor con 126 días comparada con la frecuencia 2x que presentó

un promedio de 134 días. Resultando una diferencia de 8 días vacíos de una frecuencia con la otra.

Joel Hernández Cerón (24) describe que la disminución de la fertilidad ha coincidido con un incremento considerable en la producción de leche, lo cual podría indicar que la alta producción de leche tiene un efecto negativo en la fertilidad; sin embargo, esto no es muy preciso, ya que es frecuente encontrar hatos con niveles altos de producción y con parámetros reproductivos mejores que hatos con menor producción de leche. En estudios, en los cuales se ha evaluado el efecto de diversos factores en la fertilidad, se encontró que la participación relativa de la producción de leche es menor que otros factores (Ej. los problemas del puerperio). En México, en un análisis que incluyó la información 72 hatos (26,676 vacas) con un rango de producción de leche de 16,506.6-26,895 lbs. (365 días), se observó que la producción de leche no afectó el intervalo entre partos, servicios por concepción, ni días abiertos; sin embargo, si puede ser un factor que influye en la fertilidad cuando se asocia con un manejo deficiente de la alimentación.

En nuestro estudio el incremento en la frecuencia de ordeño contribuyo a mejorar la producción de leche y al parecer no tuvo efecto adverso sobre los días vacíos de las vacas que se ordeñaron con mayor frecuencia, pero si se obtuvieron diferencias aritméticas:  $4x = 101$  dv,  $3x = 126$  dv y  $2x = 134$  días vacíos, como podemos observar a medida se incremento la frecuencia de ordeño los días vacíos fueron menores aun cuando estos tendrían que ser mayores según lo declarado por los autores mencionados anteriormente. Sin embargo estas diferencias aritméticas pudieron deberse a la diferencia en cuanto a consumo de concentrado cuadro 19 donde las vacas que se ordeñaron 2 veces por día consumieron 3.30 lbs. diarias de concentrado menos que las ordeñadas  $3x$  y 9.0 lbs diarias menos que las vacas de la frecuencia  $4x$ . Las vacas de la frecuencia  $4x$  consumieron en promedio 6.0 lbs diarias mas de

CUADRO 19. Promedios de consumo de concentrado, producción de leche y días vacíos por frecuencia de ordeño.

Frecuencia de ordeño	Consumo de concentrado	Producción de leche	Días vacíos
2X	20.54	31.88	134
3X	23.24	35.10	126
4X	29.50	47.75	101

concentrado que las vacas de la frecuencia 3x. Es importante aclarar que las diferencias en cuanto a consumo de concentrado se debieron a razones de manejo propias de la hacienda donde se llevo a cabo este estudio ya que las vacas están clasificadas en grupo de acuerdo a la producción de leche; para el caso de las vacas ordeñadas 2 veces por día, la producción de leche fue menor comparada con el resto de las frecuencias por lo que estuvieron en grupos diferentes donde el consumo de concentrado fue menor, esto también sucedió con las vacas ordeñadas 3 veces por día con la variante de que estas vacas consumieron 3.30 lbs diarias de concentrado mas que el grupo de vacas ordeñadas 2x. En el caso de la frecuencia 4x la producción de leche fue mayor en comparación al resto de las frecuencias antes mencionadas (2x, 3x) por tal motivo estas vacas se mantuvieron en el grupo de alta producción durante toda la etapa experimental, donde el consumo de concentrado fue en relación a la producción y que además por el ordeño extra (4 ordeño) se le proporcionaron 2 lbs. mas de concentrado. Al parecer estas diferencias en alimentación fue la principal causa de provocar diferencias aritméticas en cuanto a días vacíos de una frecuencia de ordeño con la otra.

Kadzere (29) dice que el aumento de la temperatura corporal tiene efectos negativos en la reproducción y que es evidente el efecto negativo del estrés calórico en la fertilidad, por lo que se hace necesario el uso de metodologías para poder minimizar los efectos provocados por el estrés calórico.

Apoyados por este autor (Kadzere) podemos mencionar como segunda causa el tratamiento en la sala de estrés calórico previo al ordeño, como era de esperar las vacas sometidas a 2 ordeños fueron las que estuvieron menos tiempo en este tipo de tratamiento en comparación con las vacas ordeñadas 3x que recibieron un turno mas en la sala de estrés calórico por el tercer ordeño. Mientras que las vacas sometidas a 4 ordeños recibieron 2 más en la sala de estrés calórico que las de 2 ordeños y 1 más que las vacas ordeñadas 3x. El promedio de tiempo de duración por turno en la sala de estrés calórico era de 40 minutos. Es por esta razón que se dieron las diferencias aritméticas en cuanto a días vacíos en las frecuencias de ordeño.

En resumen podemos decir que entre una mejor ración de alimento y más tiempo en la sala de tratamiento de estrés calórico la eficiencia reproductiva mejorara no importando la frecuencia de ordeño a la que sean sometidas.

#### **4.4. Incidencia de mastitis.**

En los cuadros A-69 al A-81 se presentan los grados de infección de mastitis para cada una de las observaciones agrupadas por frecuencia de ordeño, provenientes de las pruebas de CMT realizadas cada 7 días en la fase de campo. Cada observación se clasificó de acuerdo a un solo factor en estudio (frecuencia de ordeño) dicha clasificación sirvió para determinar, mediante el diseño utilizado, el efecto que tiene dicho factor de forma directa sobre la incidencia de mastitis. Efectuándoseles sus respectivos análisis de varianza (cuadro anexo A-82 al A-94) en los cuales los resultados fueron no significativos a excepción de la prueba numero 7 (49 días) únicamente en donde hubo significancia estadística; por lo que se realizo la prueba de Duncan cuadro anexo A-95 resultando la frecuencia 4x estadísticamente significativa a la frecuencia 2x y no significativa a la frecuencia 3x. Cuando se comparo 3x contra 2x, estas fueron no significativas.

##### **4.4.1. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la incidencia de mastitis.**

En el cuadro anexo A-96 se presenta un resumen de los promedios en grados de pruebas de mastitis, a dichos promedios se les realizo un análisis de varianza cuadro anexo A-97, observándose diferencias estadísticas significativas; en el cuadro 20 y figura 19 se presenta el resumen de la prueba de Duncan del análisis de varianza antes mencionado; donde se puede observar que la frecuencia 3x con un promedio en grados de mastitis de (0,24) fue significativa a la frecuencia 2x con un promedio de (0,12) y no significativa a la frecuencia 4x con un promedio de (0,19). Mientras que 4x comparado con la frecuencia 2x fue no significativa.

Al parecer las vacas que se ordeñaron 3 veces al día fueron las mas infectadas, obteniendo de esta manera el mayor promedio en grados de mastitis (0,24) con una

diferencia de 0,12 grados comparado con las vacas ordeñadas 2 veces al día y 0,05 grados al compararlo con las vacas ordeñadas 4 veces al día.

CUADRO 20. Comportamiento estadístico para la incidencia de mastitis en cada frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando

Frecuencia de ordeño	Comportamiento estadístico
2X	0.12 b
3X	0.24 a
4X	0.19 ab

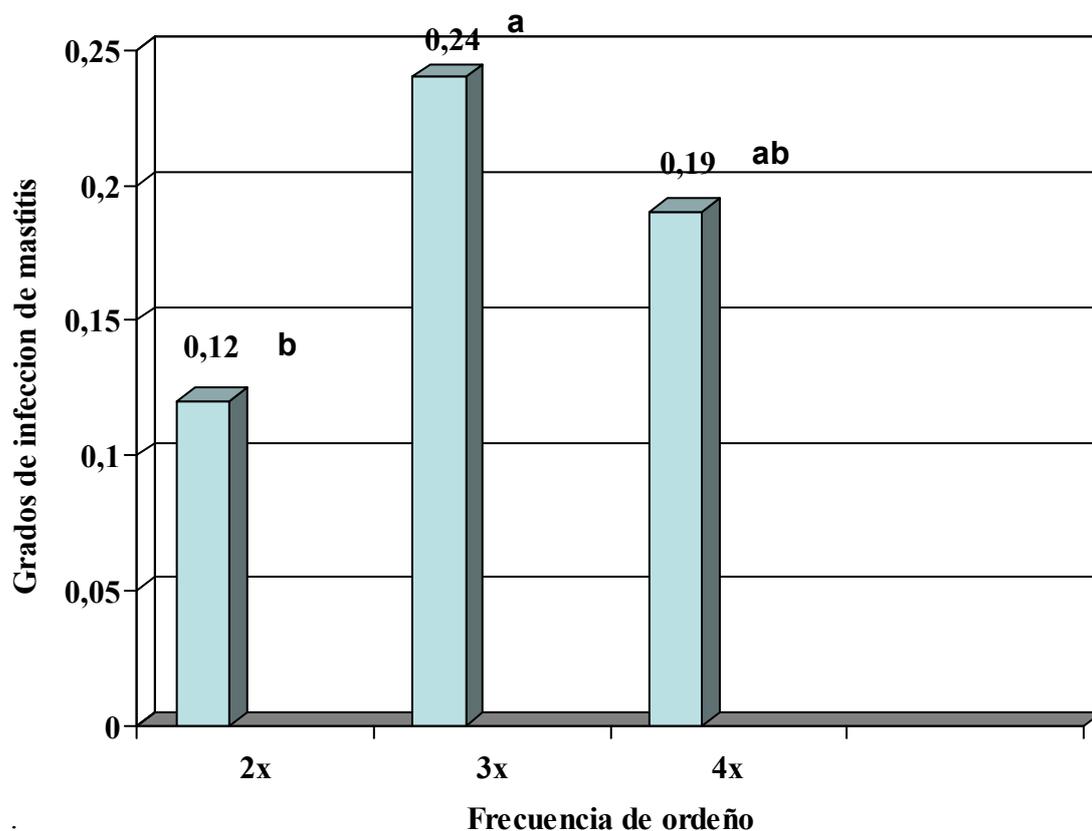


FIG. 19. Resultados de la prueba de Duncan de los grados de mastitis en el factor frecuencia de ordeño durante los primeros 100 días lactando.

Investigadores Israelíes realizaron un estudio que consistió en someter las vacas a una frecuencia de ordeño de 3 veces por día y 6 veces por día, ellos evaluaron la salud de la ubre a través del recuento de células somáticas. Al parecer las vacas que se ordeñaron 6 veces diarias obtuvieron un menor recuento de células somáticas que las vacas ordeñadas 3 veces al día. Ellos concluyeron que cuando más veces diarias se ordeñan las vacas habrá un efecto asociado a una disminución en el conteo de células somáticas (4).

Según Varner cuando se analiza el efecto de la frecuencia de ordeño sobre el recuento de células somáticas en diferentes estados y números de lactación, disminuye la incidencia de infecciones bacteriológicas cuando las vacas son ordeñadas más veces por día (35).

Meoz Ayadi evaluó la influencia del aumento de la frecuencia de mas de 3 ordeños diarios sobre la incidencia de infecciones bacteriológicas, observo que al incrementar la frecuencia de ordeños se manifiesta un incremento significativo en el recuento de células somáticas es decir, se produjo un aumento de infecciones bacteriológicas en aquellas vacas que se ordeñaron mas de 2 veces al día.(3).

Actualmente existen dos teorías que explican el comportamiento del aumento de la frecuencia de ordeño (3 veces o más) sobre la incidencia de infecciones bacteriológicas en la ubre de las vacas (3).

Allen señala que la practica de 3 ordeños al día o mas reduce la incidencia de mastitis, debido a que el aumento de la frecuencia de ordeños disminuye el intervalo entre ordeños, y por tanto el tiempo de incubación de los microorganismos patógenos de la ubre se hace más corto dando como consecuencia menos incidencia de infecciones bacteriológicas (1). Por otro lado Logan citado por Meoz Ayadi afirma que el aumento de la frecuencia de ordeños incrementa la transmisión de nuevas bacterias a los animales

sanos, considerando la exposición de la vaca a la maquina de ordeño la cual es la causante de la mitad de los incrementos del recuento de células somáticas presentes en la leche (3).

En 1975 se reconoce la influencia del manejo de la ganadería en la probabilidad de infección, se establece el recuento de células somáticas de leche del tanque como el indicador del efecto total de mastitis en el hato y se esclarece la influencia de la máquina de ordeño en la exposición de patógenos de mastitis y en la infección intramamaria (44).

Nelson Philpot señala que la maquina de ordeño y el manejo constituyen el 53% de los factores responsables de causar infecciones intramamarias por lo que al parecer las labores de manejo en general, son las que deberían ser consideradas de mayor importancia al momento de reducir los casos de infecciones bacterianas en la ubre de las vacas (40).

En nuestro estudio el incremento de la frecuencia de ordeño contribuyo a mejorar los niveles de producción de leche, pero en el caso de la incidencia de mastitis los resultados no fueron satisfactorios ya que los promedios de grados en pruebas de mastitis fueron mayores para las vacas ordeñadas más de dos veces diarias. Cabe aclarar que estas diferencias estadísticas fueron obtenidas solamente por el resumen de las pruebas de mastitis realizadas durante los 100 días lactando, pero al comprar las pruebas de mastitis cada 7 días entre las frecuencias de ordeño no se observaron diferencias estadísticas significativas excepto en la prueba numero 7 (49 días)de la presente investigación.

Todo parece indicar que el incremento de la frecuencia de ordeño contribuye a reducir los niveles de infecciones de la glándula mamaria y que es mas cuestión de malas practicas en manejo las que hacen aumentar los niveles de infección.

#### **4.5. Análisis económico.**

Para realizar la evaluación económica se tomaron en consideración los costos de producción y los beneficios obtenidos en cada frecuencia de ordeño, realizado durante la fase experimental en el presente estudio cuadro 21, muestra los costos, ingresos y utilidad/vaca/día de cada una de las frecuencias.

Al analizar estos resultados, se determinó que existe diferencia entre frecuencia de ordeño, estas diferencias se deben a al incremento en la producción de leche en las vacas ordeñadas 4 veces, seguido por la frecuencia 3x y 2x.

El costo de producción vaca/día para la frecuencia de ordeño 2x fue (\$3.397); y la producción de leche obtenida de 31.96 lbs/vaca/día a un precio de venta de \$0.1612 por libra de leche, obteniendo un ingreso de \$5.15 por vaca/día. Dando como resultado una utilidad de \$1.75 por vaca/día.

Los costos de producción vaca/día para la frecuencia de ordeño 3x fue (\$3.814); y la producción de leche obtenida de 36.22 lbs/vaca/día a un precio de venta de \$0.1612 por libra de leche, obteniendo un ingreso de \$5.84 por vaca/día. Dando como resultado una utilidad de \$2.03 por vaca/día.

Para la frecuencia de ordeño 4x los costos de producción vaca/día fueron (\$4.607); y la producción de leche obtenida de 46.18 lbs/vaca/día a un precio de venta de \$0.1612 por libra de leche, obteniendo un ingreso de \$7.44 por vaca/día. Dando como resultado una utilidad de \$2.83 por vaca/día.

##### **4.5.1. Relación Beneficio/Costo**

La determinación de la relación beneficio-costo (B/C); de acuerdo a los valores obtenidos cuadro 21, nos demuestra que se puede recuperar la inversión utilizada; así para la frecuencia 2x se determinó una relación beneficio-costo de \$1.5160, siendo ligeramente

mayor el beneficio que se obtiene por cada dólar invertido, ya que esta generando \$0.5160 en concepto de utilidad.

El beneficio-costo para la frecuencia 3x fue de \$1.5312, siendo mayor en relación al B/C de la frecuencia 2x, ya que por cada dólar invertido se obtiene \$0.5312 en concepto de utilidad. Para el caso de la frecuencia 4x esta obtuvo una relación beneficio-costo de \$1.6149 siendo esta la mejor relación B/C entre las tres frecuencias de ordeño, ya que por cada dólar invertido se genera \$0.6149 en concepto de utilidad.

Los resultados presentados anteriormente, nos indican que el hecho de aumentar la frecuencia de ordeño aumenta los costos de producción, pero estos a su vez son compensados por los ingresos obtenidos a través del incremento en la producción de leche.

**CUADRO 21.** Análisis financiero por vaca/día en cada una de las frecuencias de ordeño.

Concepto	FRECUENCIA DE ORDEÑO		
	2x	3x	4x
<b><u>COSTOS</u></b>			
1) Agotamiento diario/vaca (\$)	0.27	0.27	0.27
2) Alimento concentrado consumido vaca/día (lbs)	20.54	23.24	29.50
3) Costo de concentrado vaca/día (\$) <sup>1/</sup>	2.054	2.324	2.950
4) Cantidad de forraje (silo) vaca/día (lbs)	59	59	60
5) Costo de forraje (silo) vaca/día (\$) <sup>2/</sup>	0.59	0.59	0.60
6) Medicina veterinaria (\$)	0.05	0.05	0.05
7) Mano de obra permanente (\$)	0.19	0.28	0.37
8) Asesoría técnica (\$)	0.111	0.111	0.111
9) Honorarios veterinarios (\$)	0.011	0.011	0.011
10) Energía eléctrica (\$)	0.10	0.15	0.21
11) Implementos de ordeñadora mecánica (\$)	0.014	0.021	0.028
12) Otros (\$)	0.007	0.007	0.007
<b>TOTAL DE COSTOS</b>	<b>3.397</b>	<b>3.814</b>	<b>4.607</b>
<b><u>INGRESOS</u></b>			
1) Producción de leche promedio vaca/día (lbs)	31.96	36.22	46.18
2) Ingreso por venta de leche vaca/día (\$) <sup>3/</sup>	5.15	5.84	7.44
<b><u>UTILIDAD</u></b>			
Costo por libra producida (\$)	0.1063	0.1053	0.0998
Relación Beneficio/Costo (\$)	1.5160	1.5312	1.6149

<sup>1/</sup> costo por quintal de concentrado = \$10.0

<sup>2/</sup> costo por quintal de silo = \$1.0

<sup>3/</sup> precio de venta libra de leche = \$0.1612

## 5. CONCLUSIONES.

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos se presentan las conclusiones siguientes:

1. Para las condiciones ambientales de la hacienda Agropecuaria La Laguna la frecuencia de ordeño 4x reportó la mayor producción de leche (46.18 lbs/vaca/día) durante los primeros cien días de lactancia, siendo altamente significativa sobre las frecuencias de ordeño 3x (36.22 lbs/vaca/día) y 2x (31.96 lbs/vaca/día). La frecuencia 3x fue altamente significativa sobre la frecuencia 2x.

2. Bajo condiciones de la hacienda Agropecuaria La Laguna la frecuencia de ordeño 3x reportó mejores promedios de condición física (2.78) durante los primeros 100 días lactando, resultó ser altamente significativa a la frecuencia 4x (2.65) pero no significativo a la frecuencia 2x (2.71) y esta a su vez fue no significativa con la frecuencia 4x.

3. Los días vacíos no fueron afectados por el incremento en la frecuencia de ordeño, ya que no existieron diferencias estadísticas significativas entre ninguna de las frecuencias, cabe aclarar que si existieron diferencias aritméticas siendo los mejores promedios en la frecuencia 4x (101 días vacíos) seguido de la frecuencia 3x (126 días vacíos) y 2x (134 días vacíos).

4. En las condiciones medioambientales de la hacienda Agropecuaria La Laguna al momento de la investigación provocaron que la incidencia de mastitis fuera mayor en la frecuencia de ordeño 3x (0.24) siendo estadísticamente significativa a la frecuencia 2x

(0.12) y no significativo a la frecuencia 4x (0.19). La frecuencia 2x fue no significativa con la frecuencia 4x.

5. El análisis económico efectuado para las frecuencias de ordeño bajo las condiciones de este estudio presentó una mejor relación de beneficio/costo para la frecuencia de ordeño 4x (\$1.6149) seguido de la frecuencia 3x (\$1.5312) y 2x (\$1.5160).

## **6. RECOMENDACIONES.**

Finalizado y concluidos los resultados obtenidos en el estudio, se recomienda:

1. Para las condiciones actuales de manejo de la hacienda Agropecuaria La Laguna se recomienda someter las vacas a 4 ordeños diarios hasta los primeros 100 días de la lactancia para mejorar la producción de leche.
2. Se debe adicionar a la dieta alimenticia de las vacas que son sometidas a 4 ordeños diarios, un suplemento de grasa que contribuya a soportar las pérdidas de condición física.
3. Mejorar la higiene en la sala de ordeño y capacitar al personal encargado de realizar el ordeño sobre el manejo y limpieza en la sala de ordeño.
4. Coordinar estratégicamente los horarios de ordeños para las vacas que son sometidas a 4x con el propósito de minimizar los costos de energía eléctrica y mano de obra.
5. Someter a 4x las vacas que paren con una condición física mayor o igual a 3.0.
6. La condición física y desarrollo en las novillas es determinante para someterlas a 4x.
7. Las vacas consideradas de media a baja producción no se deben someter a frecuencias mayores de 3x.

## 7.0 BIBLIOGRAFIA.

1. ALLEN, D. B.; DE PETERS, E.J.; LADEN, R.C. 1985. Three times a day milking. Effects on milk production, reproductive efficiency and udder health (en línea). Journal dairy science. 25 jun 2006 <http://milkingfrecuence.htm>.
2. AMSTRONG, D. V. 2004. Frecuencia de ordeño (en línea) Arizona, Wester Dayri Management Conference. 14 agost. 2004. <http://milkingfrecuence.htm>.
3. AYADI, M. 2004. Evaluación interna de la ubre mediante ecografía y efectos de la frecuencia de ordeño en vacas lecheras (en línea) BARCELONA, ESPAÑA 29 abril 2006. [www.tdx.cesca.es/tesis](http://www.tdx.cesca.es/tesis).
4. BAR PELED, U. E. 1995. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows (en línea) Journal dairy science. 4 oct 2006. <http://milkingfrecuence.htm>.
5. BATH, D. L; DICKINSON, F. N; TUCHER, H.A; APPLEMAN, R.D. 1982. Ganado lechero: principios, prácticas, problemas y beneficios. Trad. A. Conting. Sanz. 2 ed. D.F, MEX. INTERAMERICANA. P. 347.
6. BODISCO, V.; CEVALLOS, E.; RINCON, E. S.; FUENMAYOR, C. 1971. Efecto de algunos factores ambientales y fisiológicos sobre la producción de leche de vacas Holstein y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. Agronomía tropical XXI P. 549-563.

7. BOGART, R. 1962. Crianza y mejora del ganado Trad. J. L. De la Loma. MEXICO, HERRERO. P. 71.
8. CAMPABADAL, C. 2005. Alimentación de la vaca en el período de transición. II Congreso centroamericano sobre ganadería lechera. SN. SALVADOR, EL SALVADOR. Julio 2005.
9. CAMPUZANO R., L. O. 2004. Evaluación de la duración del periodo de espera voluntario en vacas especializadas en producción de leche (en línea) MEXICO 4 oct 2006. [www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia](http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia).
10. CASSARD, D. W; JUERGENSON, E. M. 1963. Alimentos y alimentación del ganado Trad. E. Escalona G. MEXICO, AZTECA P. 108,176.
11. CASTANEDA C., R. E. 2005. Manejo efectivo de la vaca horra. II Congreso centroamericano sobre ganadería lechera. SN. SALVADOR, EL SALVADOR. julio 2005.
12. COLES, E. 1968. Patología y diagnostico veterinarios. Trad. J, Roig. D. F, MEX. INTERAMERICANA. P.277-278.
13. COX, J. F.; CONTRERAS, V.; LETELIER, N. 2002. Sincronización de estros con GnRH y prostaglandina F<sub>2</sub>  $\alpha$  en vacas Holstein frisian en confinamiento (en línea) CHILLAN, CHILE 18 oct. 2006. [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl).

14. DALH, G. E. 2004. Efectos de la frecuencia de ordeño en la primera lactación sobre los rendimientos de leche y salud de la ubre (en línea) Illinois, EUA. American Dairyman Science Association. 14 agost. 2005. <http://milkingfrecuence.htm>.
15. DAVIS, F. R. 1981. La vaca lechera. Su cuidado y explotación. Traducido por J. L. La Loma MEX, LIMUSA. P. 62-63.
16. DE LAVAL. 2005. Tecnología de ordeño (en línea) EUA 16 agost. 2006 [www.delaval.com.ar/dairy](http://www.delaval.com.ar/dairy).
17. FARRAS, J. 1970. Cría lucrativa de la vaca lechera: Métodos modernos y prácticos 5 ed. BARCELONA, ESPAÑA, SINTES. P. 287.
18. FRICKE, P. M. 2002. Estrategias agresivas de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en lactancia (en línea) WISCONCI, EUA. 11 sep. 2006. [www.wisc.edu/dysci/uwex/rep\\_phys/pubs/strategies](http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/strategies).
19. FRICKE, P.M. 2000. Factores que influncian la tasa de preñez en vacas lecheras en lactancia (en línea) WISCONCI, EUA. 11 sep. 2006. [www.wisc.edu/dysci/uwex/repphys/pubs/pergrate](http://www.wisc.edu/dysci/uwex/repphys/pubs/pergrate).
20. FRICKE, P.M. 2004. Aplicación y evolución de protocolos de inseminación a tiempo fijo para el manejo reproductivo de vacas lecheras en producción (en línea) WISCONCI, EUA. 4 oct. 2006. [www.cavilac.org/informacion/documentos](http://www.cavilac.org/informacion/documentos).

21. GALLARDO, M.; MACIEL, M.; CUATRIN, A. 2000. La condición corporal de las vacas en producción (en línea) ARGENTINA 17 jun. 2006. <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx.htm>.
22. GRINGNANI, U. 1970. El ordeño mecánico: Técnica y fisiología. Trad. J. Serna. ZARAGOZA, ESPAÑA, ACRIBIA P. 12,28-36.
23. Grupo de Editores Agropecuarios. 2003. Examinando la decisión de usar o no antibióticos Hoard's Dairyman. 10(106): P. 628-629.
24. HERNANDEZ, J.C. 2003. Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera (en línea) D.F., MEX 23 oct. 2006. [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/pdf).
25. HIDALGO, C.; SALTIEL, A.; VALENCIA, J.; BECERRIL, J. 1991. Reproducción de animales domésticos. D.F., MEX., LIMUSA P.162-167.
26. HUANCA, W. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lechera (en línea) VALDIVIA, CHILE. 4 nov. 2006. [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl).
27. INCHAUSTI, D.; TAGLE, E. C. 1976. Bovinotecnia. 5 ed. BUENOS AIRES, ARGENTINA. El ATENEO. Pág. 140.
28. JUERGENSON, M., W. P.; MORTENSON, E. M. 1982. Practicas aprobadas en la producción de leche 3 ed. TLALPAN, MEX, CONTINENTAL, P. 111-113 / 204-208.

29. KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N. 2002. Heat stress in lactating dairy cows (en línea) 23 oct. 2006. <http://digeset.ucol.mx>.
30. KLEIBER, H.; CERSOVSKY, H.; FRANKE, G. 1969. Producción de leche. Trad. A. Paz Sáez ESPAÑA, ACADEMIA LEON P.21-24.
31. LEROY, A. M. 1968. La vaca lechera. Trad. J. M. Soler. 2 ed. PARIS, FRANCIA, BARCELONA P.58-66, 109-121.
32. MAGAÑA, H. 2003. Ganadería de leche (en línea) OAXACA, MEX. 4 oct. 2006. [www.engormix.com/s\\_guide](http://www.engormix.com/s_guide).
33. MAGARIÑOS, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda (en línea) 13 agos. 2006. [www.bioline.org](http://www.bioline.org).
34. MARK, B. ERDMAN, R. 2004. Estrategias para aumentar la producción de leche en el hato a través de un ordeño mas frecuente (en línea). Mariland, EUA. 10 oct. 2004.
35. MARQUE, V. 2004. Aumentando la frecuencia de ordeño (en línea). Marylan, EUA. American Dayrin Science. 14 agos. 2004. <http://increasingmilkingfrequency.htm>.
36. MAZA, L.; VERGARA, O.; ALVAREZ, J. 2005. Condición corporal preparto y producción de leche sobre peso y condición corporal posparto de vacas (en línea) COLOMBIA 11 sep. 2006. [www.unicordova.edu.col](http://www.unicordova.edu.col).

37. MORRISON, F.B. 1985. Alimentos y alimentación del ganado. trad. J L. De la Loma. 22 ed . D.F, MEX. INTERAMERICANA. P. 278.
38. NALBANDOV, A. V. 1969. Fisiología de la reproducción. Trad. A Fraile Ovejero ZARAGOZA, ESPAÑA. ACRIBIA P. 273.
39. PETERS, W. H.; GRUMER, R. H. 1965. Ganadería productiva. Trad. J. De Alarraga 2 ed MEXICO, UTEHA P. 171- 174.
40. PHILPOT, N.W. 2000. Relación entre el manejo del hato y la mastitis (en línea) MEXICO 11 sep. 2006. [www.ganaderia.com.mx/articulos/sanidad.php](http://www.ganaderia.com.mx/articulos/sanidad.php).
41. RAMIREZ, L. 2001. Aspectos productivos y reproductivos de la producción de leche en el trópico (en línea) Trujillo, MEX. II Cursillo: El uso de recursos alimenticios para la producción de bovinos a pastoreo 15 nov. 2006. [www.avpa.ula.ve/articulos/libres.html](http://www.avpa.ula.ve/articulos/libres.html).
42. REAVES, P. M.; HENDERSON, H. O. 1969. La vaca lechera, alimentación y crianza. Trad. A. Contin 2 ed. MEXICO, UTEHA P. 235.
43. REAVES, P. M.; PEGRAM, C. W. 1987. El ganado lechero y las industrias lácteas en las granjas. Trad. A, Sánchez Duran. México. LIMUSA. P.43-66.
44. REDELAC\_\_\_\_\_ IV Conferencia internacional de mastitis (en línea) HOLANDA 29 abril 2006. [www.redelac.gov.ar](http://www.redelac.gov.ar).

45. Revista el productor. 2004. Mastitis Bovina: Efectos sobre la calidad de la leche y los programas de control (en línea) SL Revista el productor. 1 Oct. 2004. <http://www.revistaelproductor.com>.
46. RICE, V. A.; FREDERICK, A. 1966. Cría y mejora del ganado. Trad. J.L., De la Loma 2 ed. Mex. UTEHA. P.278- 282.
47. RODRIGUEZ DE ANGEL, J.M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. MEXICO TRILLAS. P.102.
48. ROTHE, K. 1974. Control de la reproducción de los animales de interés zootécnico. Trad. J. Romero Muños De Arenillas. ZARAGOZA, ESPAÑA, ACRIBIA. P.91-102.
49. SANTIAGO. A, A. 1979. Grados de condición corporal para los Trópicos. Producción de leche y carne (en línea) Tercera Asamblea Mundial de Comzebu, Medellín, COLOMBIA. 4 oct. 2006. [www.agronet.gov.co](http://www.agronet.gov.co).
50. SARRIA, G.M. 1973. El ganado lechero. 2 ed. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria. P.6-8.
51. SICA. 2004. Producción de leche en el trópico (en línea) Agronegocios Manabí 14 Sep. 2004. [www.sica.gov](http://www.sica.gov).

52. SMIDT, D.; ELLENDORFF, F. 1968. Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Trad. A. Núñez Cachaza. ZARAGOZA, ESPAÑA, ACRIBIA. P.232-235.
53. SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1981. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research, 2 ed. FREEMAN, E.E.U.U. P.373.
54. TAYLOR, V. 2004. Como la frecuencia de ordeño y nutrición del hato finalmente determinan la producción (en línea) Ontario, Canadá. Ministry of Agriculture and of Agriculture and Food. 14 agos. 2004. E-mail: [ag.info@naf.gov.on.ca](mailto:ag.info@naf.gov.on.ca).
55. VACCARO, L.1987. Mejoramiento genético para la producción de leche en el trópico. En seminario centroamericano sobre producción y mejoramiento bovino. TEGUCIGALPA HONDURAS.
56. VEISSEYRE, R. 1972. Lactología técnica. Trad. J. Burgos. 2 ed. ZARAGOZA, ESPAÑA ACRIBIA P. 37-43, 64-67.
57. VIEIRA DE SÁ, F. 1965. Lechería tropical. Trad. C.L. De Cuenca. MEXICO, UTEHA. P.32.
58. WILLIAMSON, G.; PAYNE, J. A. 1975. La ganadería en regiones tropicales BARCELONA,ESPAÑA, BLUME. P.22-23/ 183-190.

59. ZENIAP. 2004. Estudio de funcionalidad tecnológica en ganadería lechera (en línea) 2 sep. 2004. [www.zeniap.gov/funcionalidad.htm](http://www.zeniap.gov/funcionalidad.htm).
60. ZIPAV. 2004. Manejo de bovinos en un modelo físico de agricultura sostenible (en línea) 2 sep. 2004. [www.zipav.org/memoria.htm](http://www.zipav.org/memoria.htm).
61. ZOOTECCNO. 2004. Estrategias para incrementar la producción de la leche a través de un ordeño mas frecuente (en línea) 14 sep. 2004. [www.zootecnocampo.com](http://www.zootecnocampo.com).
62. ZOOTECCNO. 2004. Factores que influyen en la producción de leche (en línea) 14 sep. 2004. [www.zootecnocampo.com](http://www.zootecnocampo.com).

## **8. ANEXOS.**

**ANEXO A-1** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 7 días post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma</math>yijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	28.14 – 14.87 - 23.43 12 - 34.8 - 40 21.8 - 21.85 - 25.36	222.25	9	24.69
		3/4-7/8	14.07 14.29	28.36	2	14.18
	<b>BS</b>	1/2-5/8	23 30.89	53.89	2	26.95
		3/4-7/8	23.6	23.6	1	23.6
<b>3x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	24.21 – 32.37 – 21.32 19.79 - 17.80 – 45.57 31.57	147.06	7	24.51
		3/4-7/8	22.31 41.43	63.75	2	31.88
	<b>BS</b>	1/2-5/8	27 20.75	46.75	2	23.38
		3/4-7/8	23.92	23.92	1	23.92
<b>4x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	31.0 – 36.0 – 37.50 43.08 - 38.86	186.94	5	37.39
		3/4-7/8	32.55 – 40 – 32.38 23	104.93	3	34.98
	<b>BS</b>	1/2-5/8	41.33	38.11	1	38.11
		3/4-7/8	40.55	40.55	1	40.55

**ANEXO A-2** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 14 días post-parto.

<b>FREC.</b>	<b>RAZA</b>	<b>ENCT.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>YIJK</b>	<b>YIK</b>	<b>YIJK</b>
<b>2x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	34.8 – 18.20 – 26.98 24.07- 41.18 - 44 28.63 – 24.29 – 34.18	276.33	9	30.70
		3/4-7/8	19.71 24.04	43.75	2	21.88
	<b>BS</b>	1/2-5/8	25.5 35.45	60.95	2	30.48
		3/4-7/8	27.04	27.04	1	27.04
<b>3x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	25.35 – 39.90 – 37.98 21.51 - 26.69 – 53.69 25.48	230.6	7	321.95
		3/4-7/8	25.98 50.93	76.91	2	38.46
	<b>BS</b>	1/2-5/8	30.11 41.5	71.61	2	35.81
		3/4-7/8	34.18	34.18	1	34.18
<b>4x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	28.77 – 36.0 – 55.0 44.55 – 44.32	208.64	5	41.73
		3/4-7/8	51.76 – 55.0 – 53.17 38	197.93	4	49.49
	<b>BS</b>	1/2-5/8	40.26	40.26	1	40.26
		3/4-7/8	46.13	46.13	1	46.13

**ANEXO A-3** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 21 días post-parto.

<b>Frecuencia</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b>Y<sub>ijk</sub></b>
<b>2x</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	35.45 – 21.53 – 25.44 26.73 - 41.23 – 42.0 35.29 – 23.25 – 43	293.92	9	32.66
		$\frac{3}{4}$ -7/8	22.44      29.27	51.71	2	25.86
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	33.5      40.0	73.5	2	36.75
		$\frac{3}{4}$ -7/8	29.93	29.93	1	29.96
<b>3x</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	57.37 – 25.10 – 44.45 43.72 - 22.46 – 26.91 29.77	249.78	7	35.68
		$\frac{3}{4}$ -7/8	26.0      57.28	83.28	2	41.64
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	32.83      43.0	75.83	2	37.92
		$\frac{3}{4}$ -7/8	39.03	39.03	1	39.03
<b>4x</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	31.3 – 57.5 – 54.13 46.03 – 49.0	237.96	5	47.59
		$\frac{3}{4}$ -7/8	58.27 - 62.5 – 53.0 62.31	236.08	4	59.02
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	48.83	48.83	1	48.86
		$\frac{3}{4}$ -7/8	51.70	51.70	1	51.70

**ANEXO -4** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 28 días post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b>Y<sub>ijk</sub></b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	22.23 - 26.5 - 41.6 27.20 - 43.5 - 34.73 49 - 41.25 - 21.11	307.12	9	34.12
		3/4-7/8	29.84 - 24.04	53.88	2	26.94
	<b>BS</b>	1/2-5/8	41 - 38.72	79.72	2	39.86
		3/4-7/8	30.26	30.26	1	30.26
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	27.05 - 53.65 - 49 43.90 - 29.07 - 26.31 22.88	251.86	7	35.98
		3/4-7/8	59.18 - 24.44	83.62	2	41.81
	<b>BS</b>	1/2-5/8	46 - 31.18	77.18	2	38.59
		3/4-7/8	41.1	41.1	1	41.1
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	50.01 - 65.81 - 49 46.88 - 33.03	244.73	5	48.946
		3/4-7/8	59.44 - 71.45 52.20 - 54.5	237.59	4	59.40
	<b>BS</b>	1/2-5/8	42.74	42.74	1	42.74
		3/4-7/8	54.21	54.21	1	54.21

**ANEXO A-5** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 35 días post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Σyijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	23.26 - 25.72 - 42.21 29.21 - 45.69 - 34 51.25 - 41.25 - 29.20	321.79	9	35.75
		$\frac{3}{4}$ -7/8	30.41 - 24.01	54.42	2	27.21
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	37 - 37.72	74.72	2	37.36
		$\frac{3}{4}$ -7/8	33.08	33.08	1	33.08
<b>3X</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	21.93 - 51.8 - 50.5 46.83 - 29.84 - 25.16 22	248.06	7	35.43
		$\frac{3}{4}$ -7/8	63.95 - 24.13	88.08	2	44.04
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	47.5 - 29.70	77.20	2	38.60
		$\frac{3}{4}$ -7/8	41.92	41.92	1	41.92
<b>4X</b>	<b>H</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	49.06 - 62.91 - 49 54.86 - 35.	251.27	5	50.25
		$\frac{3}{4}$ -7/8	57.38 - 72.28 53.43 - 54.5	237.59	4	59.40
	<b>BS</b>	$\frac{1}{2}$ -5/8	43.97	43.97	1	43.97
		$\frac{3}{4}$ -7/8	51.67	51.67	1	51.67

<b>Frecuencia</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Σyijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
-------------------	-------------	----------------	----------------------	--------------	------------	-------------

2X	H	1/2-5/8	22.21 - 18.94 - 42.82 25.26 - 39.26 - 35.75 53.5 - 41.25 - 30.6	309.59	9	34.40
		3/4-7/8	30.93 - 27.82	58.75	2	29.38
	BS	1/2-5/8	36.35 - 39.05	75.8	2	37.9
		3/4-7/8	34.44	34.44	1	34.44
3X	H	1/2-5/8	23.57 - 51.33 - 53 50.76 - 31.27 - 25.06 26.14	261.13	7	37.30
		3/4-7/8	66.09 - 24.05	90.14	2	45.07
	BS	1/2-5/8	50.5 - 28.21	78.71	2	39.36
		3/4-7/8	42.84	42.84	1	42.84
4X	H	1/2-5/8	44.89 - 62.59 - 49 48.27 - 33.06	237.81	5	47.56
		3/4-7/8	53.68 - 72.65 54.65 - 52.75	233.73	4	58.43
	BS	1/2-5/8	42.59	42.59	1	42.59
		3/4-7/8	49.96	49.96	1	49.96

**ANEXO A-6** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 42 días post-parto.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	$\Sigma y_{ijk}$	rik	Y <sub>ijk</sub>
----------------------	------	---------	---------------	------------------	-----	------------------

2X	H	1/2-5/8	21.15 - 22.88 - 40.24 26.05 - 40.74 - 36.19 44.5 - 39.89 - 32	303.64	9	33.74
		3/4-7/8	33.32 - 29.84	63.16	2	31.58
	BS	1/2-5/8	36.5 - 40.19	76.69	2	38.35
		3/4-7/8	35.81	35.81	1	35.81
3X	H	1/2-5/8	24.79 - 51.14 - 56 45.90 - 31.14 - 23.53 29.55	262.05	7	37.44
		3/4-7/8	61.48 - 24.03	85.51	2	42.76
	BS	1/2-5/8	47 - 30.13	77.13	2	38.57
		3/4-7/8	42.6	42.6	1	42.6
4X	H	1/2-5/8	42.17 - 58.56 - 49 49.69 - 30.68	230.1	5	46.02
		3/4-7/8	58.97 - 74.27 55.5 - 49.38	238.12	4	59.53
	BS	1/2-5/8	40.43	40.43	1	40.43
		3/4-7/8	45.94	45.94	1	45.94

**ANEXO A-7** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 49 días post-parto.

**ANEXO A-8** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 56 días

post-parto.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	Σyijk	rik	Yijk
2X	H	1/2-5/8	21.89 - 23.53 - 45.32 26.90 - 36.45 - 35 44.5 - 38.81 - 30.06	302.46	9	33.61
		3/4-7/8	33.85 - - 30.67	64.52	2	32.26
	BS	1/2-5/8	33 - - 40.08	73.08	2	36.54
		3/4-7/8	33.39	33.39	1	33.39
3X	H	1/2-5/8	25 - 45.81 - 45.5 45.96 - 31 - 22 26.78	243.05	7	34.72
		3/4-7/8	60.62 - - 24	84.62	2	42.31
	BS	1/2-5/8	46 - - 27.91	73.91	2	36.96
		3/4-7/8	39.04	39.04	1	39.04
4X	H	1/2-5/8	43.02 - 57.41 - 49 42.86 - 34.04	226.33	5	45.27
		3/4-7/8	54.44 - - 71.53 61.25 - - 46.27	233.49	4	58.37
	BS	1/2-5/8	43.63	43.63	1	43.63
		3/4-7/8	42.5	42.5	1	42.5

ANEXO A-9 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 63 días

post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Σyijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	17.31 - 24.97 - 45.80 28.42 - 36.84 - 34.61 36.80 - 38.63 - 27.68	291.06	9	32.34
		3/4-7/8	31.86 - - 31.5	63.36	2	31.68
	<b>BS</b>	1/2-5/8	40 - - 37.70	77.77	2	38.85
		3/4-7/8	37.36	37.36	1	37.36
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	22 - 43.33 - 49.5 45.99 - 31.5 - 26 24	243.32	7	34.76
		3/4-7/8	56.34 - - 24.88	81.22	2	40.61
	<b>BS</b>	1/2-5/8	45 - - 27.15	72.15	2	36.08
		3/4-7/8	37.85	37.85	1	37.85
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	43.96 - 56.25 - 49 40.03 - 37.51	226.75	5	45.35
		3/4-7/8	48.75 - - 70.92 67 - - 53.08	239.75	4	59.94
	<b>BS</b>	1/2-5/8	42.14	42.14	1	42.17
		3/4-7/8	40.07	40.07	1	40.07

**ANEXO A-10** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 70 días

post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Σyijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	13.96 - 19.60 - 45.61 25.50 - 44.26 - 34.53 40.44 - 38.55 - 26.37	288.82	9	32.09
		3/4-7/8	38.48 - 30	60.48	2	30.24
	<b>BS</b>	1/2-5/8	41.40 - 30.89	72.29	2	36.15
		3/4-7/8	35.30	35.30	1	35.30
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	17.75 - 40.85 - 53.5 44.72 - 26.91 - 24.25 26.5	234.48	7	33.50
		3/4-7/8	49.80 - 22.45	72.59	2	36.30
	<b>BS</b>	1/2-5/8	45 - 26.8	71.8	2	35.9
		3/4-7/8	37.65	37.65	1	37.65
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	43.35 - 46.33 - 49.35 42.44 - 41	222.47	5	44.50
		3/4-7/8	46.68 - 67.87 60 - 52.07	226.62	4	56.66
	<b>BS</b>	1/2-5/8	38.53	38.53	1	38.53
		3/4-7/8	38	38	1	38

**ANEXO A-11** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 77 días

post-parto.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	Σyijk	rik	Yijk
2X	H	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	13.29 - 14.97 - 43.13 25.73 - 39.96 - 34.51 42.71 - 38.12 - 24.99	277.41	9	30.82
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	30.02 - - 23	53.02	2	26.51
	BS	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	36.92 - - 34.78	71.7	2	35.85
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	36.23	36.23	1	36.23
3X	H	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	17.09 - 40.54 - 38.5 43.11 - 26.45 - 28.84 29.13	223.66	7	31.95
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	46.79 - - 26.40	73.19	2	36.60
	BS	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	49 - - 26.91	75.91	2	37.96
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	35.95	35.91	1	35.95
4X	H	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	45.67 - 46.53 - 43 86 40.13 - 40.68	216.87	5	43.37
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	44.97 - - 67.97 60 - - 51.71	224.65	4	56.16
	BS	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5/8	36.56	36.56	1	36.56
		<sup>3</sup> / <sub>4</sub> -7/8	39.31	39.31	1	39.31

ANEXO A-12 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 84 días

post-parto.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	Σyijk	rik	Yijk
2X	H	1/2-5/8	13.12 - 17.49 - 45.04 25.97 - 38.71 - 33.1 42.58 - 37.52 - 28.5	282.03	9	31.34
		3/4-7/8	29.57 - 24.75	54.32	2	27.16
	BS	1/2-5/8	35.7 - 35.56	71.26	2	35.63
		3/4-7/8	35.27	35.27	1	35.27
3X	H	1/2-5/8	21.69 - 40.51 - 48 41.5 - 23.52 - 31.89 28.58	235.69	7	33.67
		3/4-7/8	46.1 - 22.95	69.05	2	34.53
	BS	1/2-5/8	39.55 - 24	63.55	2	31.78
		3/4-7/8	34.24	34.24	1	34.24
4X	H	1/2-5/8	51.61 - 45.05 - 41.51 37.83 - 38.97	214.97	5	42.99
		3/4-7/8	43.72 - 60.99 55.5 - 48.71	208.92	4	52.23
	BS	1/2-5/8	44.4	44.4	1	44.4
		3/4-7/8	41.17	41.17	1	41.17

ANEXO A-13 Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 91 días

post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Σyijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	11.66 - 20 - 46.95 27.26 - 37.62 - 35.48 41.37 - 36.01 - 30.38	286.73	9	31.86
		3/4-7/8	25.15 - 30.39	55.54	2	27.77
	<b>BS</b>	1/2-5/8	32.07 - 35.2	67.27	2	33.64
		3/4-7/8	36.62	36.62	1	36.62
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	17.75 - 40.5 - 48 45 - 20.64 - 34.51 28.13	234.53	7	33.50
		3/4-7/8	44.97 - 20	64.97	2	32.49
	<b>BS</b>	1/2-5/8	44.07 - 25.46	69.53	2	34.77
		3/4-7/8	35.34	35.34	1	35.34
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	45.93 - 43.27 - 40.45 40.8 - 38.33	208.78	5	41.76
		3/4-7/8	44.85 - 59.25 49.5 - 47.3	200.9	4	50.23
	<b>BS</b>	1/2-5/8	40.09	40.09	1	40.09
		3/4-7/8	40.49	40.49	1	40.49

**ANEXO A-14** Cuadro de producción real de leche promedio lbs/vaca/día para los 100

días post-parto.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b><math>Y_{ijk}</math></b>
<b>2x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	10 - 13 - 41 27.5 - 37.11 - 33.5 41.78 - 34.5 - 32	270.39	9	30.04
		3/4-7/8	29.55 - 25.98	55.53	2	27.77
	<b>BS</b>	1/2-5/8	33.14 - 34.22	67.36	2	33.68
		3/4-7/8	35	35	1	35
<b>3x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	15.46 - 39 - 41 42 - 19 - 26.47 28	211.13	7	30.16
		3/4-7/8	44 - 20	64	2	32
	<b>BS</b>	1/2-5/8	36.65 - 24	60.65	2	30.33
		3/4-7/8	31	31	1	31
<b>4x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	45 - 42 - 37.5 47 - 37.5	209	5	41.8
		3/4-7/8	41 - 59 52 - 46	198	4	49.5
	<b>BS</b>	1/2-5/8	38	38	1	38
		3/4-7/8	40	40	1	40

**ANEXO A-15** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 7 días post-

parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	1248.4522	113.4957	1.57 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	904.3637	452.1819	6.25 **	3.39	5.57
Raza(B)	1	24.0217	24.0217	0.33 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	36.0815	36.0815	0.50 n.s	4.24	7.77
AxB	2	168.337	84.1685	1.16 n.s	5.57	3.39
AxC	2	75.16	37.58	0.52 n.s	5.57	3.39
BxC	1	8.1474	8.1474	0.11 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	32.3409	16.1704	0.22 n.s	3.39	5.57
Error	25	1808.3836	72.3353			
Total	36					

\*\* =  
Diferenc

ias estadísticas significativa ( $P < 0.01$ ).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

#### ANEXO A-16 Análisis de varianza de la producción de leche real a los 14 días post-

parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1238.9097	112.6281	0.94 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	1022.0774	511.0387	4.25 *	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.2510	0.2510	0.002 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	4.113	4.1113	0.03 n.s	4.24	7.77
AxB	2	21.9425	10.9712	0.09 n.s	5.57	3.39
AxC	2	153.0885	76.5442	0.64 n.s	5.57	3.39
BxC	1	1.9648	1.9648	0.02 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	35.4742	17.7371	0.15 n.s	3.39	5.57
Error	25	3008.3468	120.3387			
Total	36	4247.2565				

\* = Diferencias estadísticas significativa ( $P < 0.05$ ).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-17** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 21 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1832.5490	166.5953	1.06 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	1545.7420	772.871	4.93 *	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.4352	0.4352	0.0002 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	8.9586	8.9586	0.06 n.s	4.24	7.77
AxB	2	46.0584	23.0292	0.15 n.s	5.57	3.39
AxC	2	188.0634	94.0317	0.60 n.s	5.57	3.39
BxC	1	26.8693	26.8693	0.17 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	16.4221	8.2110	0.05 n.s	3.39	5.57
Error	25	3917.4163	156.6966			
Total	36	5749.9653				

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-18** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 28 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1741.0284	158.2753	0.88 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	1264.1099	632.0549	3.51 *	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.0287	0.287	0.0001 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	27.1086	27.1086	0.15 n.s	4.24	7.77
AxB	2	96.4282	48.2141	0.27 n.s	5.57	3.39
AxC	2	345.3406	172.6703	0.96 n.s	5.57	3.39
BxC	1	3.3209	3.3209	0.02 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	4.6915	2.3457	0.01 n.s	3.39	5.57
Error	25	4496.6928	179.8677			
Total	36	6237.7212				

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-19** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 35 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1582.3334	143.8484	0.75 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	1183.0315	591.5157	3.10 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	4.5033	4.5033	0.02 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	37.9315	37.9315	0.20 n.s	4.24	7.77
AxB	2	108.9093	54.4546	0.29 n.s	5.57	3.39
AxC	2	226.3862	113.1931	0.59 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.9047	0.9047	0.0004 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	20.6669	10.3334	0.05 n.s	3.39	5.57
Error	25	4772.0094	190.8803			
Total	36	6354.3428				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-20** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 42 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1241.3136	112.8466	0.55 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	874.8473	437.4236	2.14 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	3.8176	3.8176	0.02 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	65.8663	65.8663	0.32 n.s	4.24	7.77
AxB	2	109.9855	54.9927	0.27 n.s	5.57	3.39
AxC	2	172.0104	86.0052	0.42 n.s	5.57	3.39
BxC	1	5.7696	4.7696	0.03 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	9.0169	4.5084	0.02 n.s	3.39	5.57
Error	25	5108.7051	204.3482			
Total	36	6350.0187				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-21** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 49 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1062.0257	96.5477	0.53 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	621.4415	310.7207	1.71 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	13.0993	13.0993	0.07 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	83.7022	83.7022	0.46 n.s	4.24	7.77
AxB	2	187.0089	93.5044	0.52 n.s	5.57	3.39
AxC	2	127.3155	63.6577	0.35 n.s	5.57	3.39
BxC	1	13.9319	13.9319	0.08 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	15.5264	7.7632	0.04 n.s	3.39	5.57
Error	25	4529.7058	181.1882			
Total	36	5591.7315				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-22** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 56 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1046.6269	95.1479	0.59 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	680.5522	340.2761	2.12 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	31.2998	31.2998	0.20 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	43.9157	43.9157	0.27 n.s	4.24	7.77
AxB	2	113.8307	56.9153	0.36 n.s	5.57	3.39
AxC	2	71.2611	35.6305	0.22 n.s	5.57	3.39
BxC	1	69.2703	69.2703	0.43 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	36.4971	18.2485	0.11 n.s	3.39	5.57
Error	25	4006.8281	160.2731			
Total	36	5053.455				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-23** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 63 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1099.7099	99.9736	0.61 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	563.5415	281.7707	1.72 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	22.6996	22.6996	0.14 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	48.3168	48.3168	0.30 n.s	4.24	7.77
AxB	2	283.2279	141.6139	0.87 n.s	5.57	3.39
AxC	2	49.9424	24.9712	0.15 n.s	5.57	3.39
BxC	1	62.5893	69.3924	0.42 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	4087.4199	31.2946	0.19 n.s	3.39	5.57
Error	25	5187.1298	163.4967			
Total	36					

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-24** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 70 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	938.3421	85.3038	0.51 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	477.3009	238.6504	1.43 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	20.5961	20.5961	0.12 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	27.1316	27.1316	0.16 n.s	4.24	7.77
AxB	2	294.2976	147.1488	0.88 n.s	5.57	3.39
AxC	2	45.9558	22.9779	0.14 n.s	5.57	3.39
BxC	1	24.1969	24.1969	0.15 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	48.8632	24.4316	0.15 n.s	3.39	5.57
Error	25	4172.0758	166.8830			
Total	36					

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-25** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 77 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	1,057.1221	96.1020	0.64 ns	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	503.1822	251.5911	1.68 ns	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.8928	1.8928	0.01 ns	4.24	7.77
Encaste(C)	1	30.2807	30.2807	0.20 ns	4.24	7.77
AxB	2	359.1204	179.5602	1.20 ns	5.57	3.39
AxC	2	87.8707	43.9353	0.29 ns	5.57	3.39
BxC	1	21.4698	21.4698	0.14 ns	4.24	7.77
AxBxC	2	53.3055	26.6527	0.18 ns	3.39	5.57
Error	25	3,751.1299	150.0451			
Total	36	4,808.2550				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-26** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 84 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	862.6394	78.4217	0.62 ns	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	609.3996	304.6998	2.41 ns	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.7565	1.7565	0.01 ns	4.24	7.77
Encaste(C)	1	11.5301	11.5301	0.09 ns	4.24	7.77
AxB	2	152.7300	76.365	0.60 ns	5.57	3.39
AxC	2	47.4490	23.7245	0.19 ns	5.57	3.39
BxC	1	1.3788	1.3788	0.01 ns	4.24	7.77
AxBxC	2	38.3954	19.1977	0.15 ns	3.39	5.57
Error	25	3,161.6724	126.4668			
Total	36	4,024.3118				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-27** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 91 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	680.96	61.9054	0.49 ns	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	476.0687	238.0343	1.89 ns	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.6659	1.6659	0.01 ns	4.24	7.77
Encaste(C)	1	7.9993	7.9993	0.06 ns	4.24	7.77
AxB	2	114.6769	57.3384	0.46 ns	5.57	3.39
AxC	2	27.8542	13.9271	0.11 ns	5.57	3.39
BxC	1	0.0536	0.0536	0.0004 ns	4.24	7.77
AxBxC	2	52.6414	26.3207	0.21 ns	3.39	5.57
Error	25	3,147.6118	125.9044			
Total	36	3,828.5720				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-28** Análisis de varianza de la producción de leche real a los 100 días post-parto.

F.D.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	11	786.9123	71.5374	0.55 ns	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	588.1553	294.0776	2.27 ns	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.5908	1.5908	0.01 ns	4.24	7.77
Encaste(C)	1	18.9073	18.9073	0.15 ns	4.24	7.77
AxB	2	130.8462	65.4231	0.50 ns	5.57	3.39
AxC	2	26.4617	13.2308	0.10 ns	5.57	3.39
BxC	1	1.5913	1.5913	0.01 ns	4.24	7.77
AxBxC	2	19.3597	9.6798	0.07 ns	3.39	5.57
Error	25	3,245.3755	129.8150			
Total	36	4,032.2878				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A -29.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 7 días post-parto.

	4X = 36.02	3X = 27.34	2X = 23.44
4X = 36.02	—	8.69*	12.59**
3X = 27.34	—	—	3.90 <sup>ns</sup>
2X = 23.44	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 8.69	7.31	9.89	
4x vs 2x = 12.59	7.06	9.55	
3x vs 2x = 3.90	6.89	9.32	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	7.31	7.68
	DMS 1%	9.89	10.29
4x vs 2x	DMS 5%	7.06	7.41
	DMS 1%	9.55	9.93
3x vs 2x	DMS 5%	6.89	7.24
	DMS 1%	9.33	9.70

**CUADRO A-30.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 14 días post-parto.

	4X = 44.82	3X = 34.44	2X = 29.15
4X = 44.82	—	10.37*	15.67**
3X = 34.44	—	—	5.30 <sup>ns</sup>
2X = 29.15	—	—	—

\*\* = diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = no significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 10.37	9.43	12.76	
4x vs 2x = 15.67	9.11	12.32	
3x vs 2x = 5.30	8.89	12.03	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	9.43	9.91
	DMS 1%	12.76	13.27
4x vs 2x	DMS 5%	9.11	9.56
	DMS 1%	12.32	12.81
3x vs 2x	DMS 5%	8.89	9.34
	DMS 1%	12.03	12.51

**CUADRO A-31.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 21 días post-parto.

	4X = 52.23	3X = 37.33	2X = 32.08
4X = 52.23	—	14.91*	20.16**
3X = 37.33	—	—	5.25 <sup>ns</sup>
2X = 32.08	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 14.91	10.76	14.56	
4x vs 2x = 20.16	10.39	14.06	
3x vs 2x = 5.25	10.14	13.72	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	10.76	11.30
	DMS 1%	14.56	15.15
4x vs 2x	DMS 5%	10.39	10.91
	DMS 1%	14.06	14.62
3x vs 2x	DMS 5%	10.14	10.65
	DMS 1%	13.72	14.27

**CUADRO A-32.** Prueba de rango múltiple de duncan para el factor frecuencia a los 28 días post-parto.

	4X = 52.66	3X = 37.81	2X = 33.64
4X = 52.66	—	14.85*	19.02**
3X = 37.81	—	—	4.17 <sup>ns</sup>
2X = 33.64	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 14.85	11.53	15.60	
4x vs 2x = 19.02	11.13	15.06	
3x vs 2x = 4.17	10.87	14.70	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11.53	12.11
	DMS 1%	15.60	16.23
4x vs 2x	DMS 5%	11.13	11.69
	DMS 1%	15.06	15.66
3x vs 2x	DMS 5%	10.87	11.41
	DMS 1%	14.70	15.29

**CUADRO A-33.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 35 días post-parto.

	4X = 53.14	3X = 37.94	2X = 34.57
4X = 53.14	—	15.20*	18.56**
3X = 37.94	—	—	3.37 <sup>ns</sup>
2X = 34.57	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 15.20	11.88	16.07	
4x vs 2x = 18.56	11.47	15.51	
3x vs 2x = 3.37	11.20	15.15	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11.88	12.47
	DMS 1%	16.07	16.72
4x vs 2x	DMS 5%	11.47	12.04
	DMS 1%	15.51	16.14
3x vs 2x	DMS 5%	11.20	11.76
	DMS 1%	15.15	15.75

**CUADRO A-34.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 42 días post-parto.

	4X = 51.28	3X = 39.40	2X = 34.18
4X = 51.28	—	11.88 n.s	17.10**
3X = 39.40	—	—	5.22 <sup>ns</sup>
2X = 34.18	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 11.88	12.29	16.63	
4x vs 2x = 17.10	11.87	16.05	
3x vs 2x = 5.22	11.59	15.67	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	12.29	12.91
	DMS 1%	16.63	17.30
4x vs 2x	DMS 5%	11.87	12.46
	DMS 1%	16.05	16.69
3x vs 2x	DMS 5%	11.59	12.16
	DMS 1%	15.67	16.30

**CUADRO A-35.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 49 días post-parto.

	4X = 50.41	3X = 38.94	2X = 34.24
4X = 50.41	—	11.47 n.s	16.17**
3X = 38.94	—	—	4.71 <sup>ns</sup>
2X = 34.24	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 11.47	11.57	15.66	
4x vs 2x = 16.17	11.17	15.12	
3x vs 2x = 4.71	10.91	14.76	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11.57	12.15
	DMS 1%	15.66	16.29
4x vs 2x	DMS 5%	11.17	11.73
	DMS 1%	15.12	15.72
3x vs 2x	DMS 5%	10.91	11.46
	DMS 1%	14.76	15.35

**CUADRO A-36.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 56 días post- parto.

	4X = 49.63	3X = 36.72	2X = 33.82
4X = 49.63	—	12.91*	15.81**
3X = 36.72	—	—	2.90 <sup>ns</sup>
2X = 33.82	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 12.91	10.89	14.73	
4x vs 2x = 15.81	10.51	14.22	
3x vs 2x = 2.90	10.26	13.88	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	10.89	11.43
	DMS 1%	14.73	15.32
4x vs 2x	DMS 5%	10.51	11.03
	DMS 1%	14.22	14.78
3x vs 2x	DMS 5%	10.26	10.77
	DMS 1%	13.88	14.44

**CUADRO A-37.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 63 días post-parto.

	4X = 49.88	3X = 36.21	2X = 33.53
4X = 49.89	—	13.67*	16.35**
3X = 36.21	—	—	3.14 <sup>ns</sup>
2X = 33.53	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 13.67	11	14.88	
4x vs 2x = 16.35	10.61	14.36	
3x vs 2x = 3.14	10.36	14.02	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11	11.54
	DMS 1%	14.88	15.47
4x vs 2x	DMS 5%	10.61	11.14
	DMS 1%	14.36	14.93
3x vs 2x	DMS 5%	10.36	10.88
	DMS 1%	14.02	14.58

**CUADRO A-38.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 70 días post-parto.

	4X = 47.78	3X = 34.71	2X = 32.64
4X = 47.78	—	13.07*	15.15**
3X = 34.71	—	—	2.08 <sup>ns</sup>
2X = 32.64	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%
4x vs 3x = 13.07	11.11	15.03
4x vs 2x = 15.15	10.72	14.51
3x vs 2x = 2.08	10.46	14.16

	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11.11	11.66
	DMS 1%	15.03	15.63
4x vs 2x	DMS 5%	10.72	11.26
	DMS 1%	14.51	15.09
3x vs 2x	DMS 5%	10.47	10.99
	DMS 1%	14.16	14.73

**CUADRO A-39.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 77 días post-parto.

	4X = 47.04	3X = 34.06	2X = 31.31
4X = 47.04	—	12.98*	15.72**
3X = 34.06	—	—	2.74 <sup>ns</sup>
2X = 31.31	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 12.98	10.53	14.25	
4x vs 2x = 15.72	10.17	13.75	
3x vs 2x = 2.74	9.93	13.43	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	10.53	11.06
	DMS 1%	14.25	14.92
4x vs 2x	DMS 5%	10.17	10.58
	DMS 1%	13.75	14.30
3x vs 2x	DMS 5%	9.93	10.42
	DMS 1%	13.43	13.97

**CUADRO A-40.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 84 días post-parto.

	4X = 45.95	3X = 33.54	2X = 31.63
4X = 45.95	—	12.41*	14.32**
3X = 33.54	—	—	1.91 <sup>ns</sup>
2X = 31.63	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 12.41	9.67	13.08	
4x vs 2x = 14.32	9.33	12.63	
3x vs 2x = 1.91	9.11	12.33	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	9.67	10.15
	DMS 1%	13.08	13.61
4x vs 2x	DMS 5%	9.33	9.80
	DMS 1%	12.63	13.13
3x vs 2x	DMS 5%	9.11	9.57
	DMS 1%	12.33	12.82

**CUADRO A-41.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 91 días post-parto.

	4X = 44.57	3X = 33.70	2X = 31.87
4X = 44.57	—	10.87*	12.70*
3X = 33.70	—	—	1.83 <sup>ns</sup>
2X = 31.87	—	—	—

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 10.87	9.65	13.05	
4x vs 2x = 12.70	9.31	12.60	
3x vs 2x = 1.83	9.09	12.30	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	9.65	10.13
	DMS 1%	13.05	13.58
4x vs 2x	DMS 5%	9.31	9.78
	DMS 1%	12.60	13.10
3x vs 2x	DMS 5%	9.09	9.55
	DMS 1%	12.30	12.79

**CUADRO A-42.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor frecuencia a los 100 días post-parto.

	4X = 44.09	3X = 30.59	2X = 30.57
4X = 44.09	—	13.5**	13.53*
3X = 30.59	—	—	0.03 <sup>ns</sup>
2X = 30.57	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 13.5	9.8	13.25	
4x vs 2x = 13.53	9.46	12.79	
3x vs 2x = 0.03	9.23	12.49	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	9.80	10.29
	DMS 1%	13.25	13.78
4x vs 2x	DMS 5%	9.46	9.93
	DMS 1%	12.79	13.31
3x vs 2x	DMS 5%	9.23	9.7
	DMS 1%	12.49	12.99

**CUADRO A-43.** Resumen de producción de leche real por tratamiento en cada uno de los periodos durante la fase de campo.

FREC. DE ORDEÑO	RAZA	ENCAS- TES	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS	35 DÍAS	42 DÍAS	49 DÍAS	56 DÍAS	63 DÍAS	70 DÍAS	77 DÍAS	84 DÍAS	91 DÍAS	100 DÍAS	YLJK	N	$\bar{X}$	
<b>2X</b>	<b>H</b>	<b>1/2-5/8</b>	24.69	30.70	32.66	34.12	35.75	34.40	33.74	33.61	32.34	32.09	30.82	31.33	31.86	30.04	448.17	14	32.01	
		<b>3/4-7/8</b>	14.18	21.88	25.86	26.94	27.21	29.38	31.58	32.26	31.68	30.24	26.51	27.16	27.77	27.77	27.77	380.40	14	27.17
	<b>BS</b>	<b>1/2-5/8</b>	26.95	30.48	36.75	39.86	37.36	37.90	38.35	38.35	36.54	38.85	36.15	35.85	35.63	33.64	33.68	497.97	14	35.57
		<b>3/4-7/8</b>	23.60	27.04	29.93	30.26	33.08	34.44	35.81	35.81	33.39	37.36	35.30	36.23	35.27	36.62	35	463.33	14	33.1
<b>3X</b>	<b>H</b>	<b>1/2-5/8</b>	27.52	32.94	35.68	35.98	35.44	37.30	37.44	34.72	34.76	33.50	31.95	33.67	33.50	30.16	474.56	14	33.9	
		<b>3/4-7/8</b>	31.87	38.46	41.64	41.81	44.04	45.07	42.76	42.76	42.31	40.61	36.30	36.60	34.53	32.49	32	540.46	14	38.60
	<b>BS</b>	<b>1/2-5/8</b>	23.88	35.81	37.92	38.59	38.60	39.36	38.57	38.57	36.96	36.08	35.90	37.96	31.78	34.77	30.33	496.46	14	35.46
		<b>3/4-7/8</b>	23.92	34.18	39.03	41.10	41.92	42.84	42.60	42.60	39.04	37.85	37.65	35.95	34.24	35.34	31	516.66	14	36.90
<b>4X</b>	<b>H</b>	<b>1/2-5/8</b>	37.29	41.73	47.59	48.95	50.25	47.56	46.02	45.27	45.35	44.49	43.37	42.99	41.76	41.8	624.42	14	44.60	
		<b>3/4-7/8</b>	31.98	49.48	59.02	59.40	59.40	58.43	59.53	59.53	58.37	59.94	56.66	56.16	52.23	50.23	49.5	760.33	14	54.31
	<b>BS</b>	<b>1/2-5/8</b>	41.33	40.26	48.83	42.74	43.97	42.59	40.43	40.43	43.63	42.14	38.53	36.56	40.40	40.09	38	579.5	14	41.39
		<b>3/4-7/8</b>	40.55	46.13	51.70	54.21	51.67	49.96	45.94	45.94	42.5	40.07	38	39.31	41.17	40.49	40	621.70	14	44.41

**CUADRO A-44.** Análisis de varianza del resumen de producción promedio de leche real por tratamiento durante la fase de campo.

F DE V	GL	SC	CM	FC	5%	1%
<b>Tratamientos</b>	11	7,978.3716	725.3065	36.67 **	1.84	2.34
<b>Frecuencia(A)</b>	2	5,962.3814	2,981.1907	150.71 **	3.01	4.71
<b>Raza(B)</b>	1	16.5509	16.5509	0.84 n.s	3.89	6.76
<b>Encaste©</b>	1	155.8268	155.8268	7.88 **	3.89	6.76
<b>AxB</b>	2	899.7041	449.8520	22.74 **	3.01	4.71
<b>AxC</b>	2	730.2410	365.1205	18.46 **	3.01	4.71
<b>BxC</b>	1	67.2083	67.2083	3.40 n.s	3.89	6.76
<b>AxBxC</b>	2	146.4591	73.2295	3.70 *	3.01	4.71
<b>Error</b>	156	3085.7985	19.7807			
<b>Total</b>	167	11,064.1701				

\*\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.01).

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A- 45.** Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de producción Promedio de leche real por tratamiento durante la fase de campo.

TRAT.	T10	T9	T12	T11	T6	T8	T3	T7	T5	T4	T1	T2
T10	54.31	44.60	44.41	41.39	38.60	36.90	35.57	35.46	33.90	33.10	32.01	27.17
54.3089	—	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
T9		9.71	9.90	12.92	15.70	17.40	18.74	18.85	20.41	21.21	22.30	27.14
44.6017		—	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
T12			0.19	3.21	6.0	7.70	9.03	9.14	10.70	11.51	12.59	17.43
44.4071			—	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
T11				3.01	5.80	7.50	8.84	8.95	10.51	11.31	12.40	17.24
41.3928				—	n.s.	*	**	**	**	**	**	**
T6					2.79	4.49	5.89	5.93	7.50	8.30	9.38	14.22
38.6042					—	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**	**
T8						1.70	3.04	3.14	4.71	5.53	6.59	11.43
36.9042						—	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
T3							1.33	1.44	3.01	3.81	4.89	9.73
35.5689							—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
T7								0.11	1.67	2.47	3.56	8.40
35.4610								—	n.s.	n.s.	n.s.	**
T5									1.56	2.37	3.45	8.29
33.8974									—	n.s.	n.s.	**
T4										0.80	1.89	6.73
33.095										—	n.s.	**
T1											1.08	5.92
32.0120											—	**
T2												4.84
27.1714												—

\*\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.01).

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-46.** Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de producción promedio de leche real modificada, por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.

FRECUENCIA DE ORDEÑO	4X 47.82	3X 35.19	2X 31.91
4x 47.82	—	12.63 **	15.92 **
3x 35.19	—	—	30.29 **
2x 31.91	—	—	—

\*\* = Diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

ns = No significativa.

ANEXO A-47. Cuadro de condición física promedio al parto.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	$\Sigma y_{ijk}$	rik	Yijk
2X	H	1/2-5/8	1.8 - 3.3 - 4 3.0 - 3.4 - 2.5 1.0 - 2.2 - 3.2	24.4	9	2.7
		3/4-7/8	3.0 - - 2.2	5.2	2	2.6
	BS	1/2-5/8	3.3 - - 3.2	6.5	2	3.3
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
	3X	H	1/2-5/8	3.2 - 2.8 - 2.3 2.4 - 2.4 - 3.6 - 3.5	20.2	7
3/4-7/8			2.5 - - 2.5	5.0	2	2.5
BS		1/2-5/8	3.5 - - 2.6	6.1	2	3.1
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
4X		H	1/2-5/8	2.4 - - 4.0 3.5 - 2.9 - 2.4	15.2	5
	3/4-7/8		3.7 - - 2.3	9.9	4	2.5
			1.5 - - 2.4	9.9	4	2.5
	BS	1/2-5/8	3.2	3.2	1	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8

**ANEXO A-48.** Cuadro de condición física promedio durante los 14 días de lactancia.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	1.4 - 3.1 - 3.6 2.8 - 3.4 - 2.8 1.0 - 2.3 - 3.1	23.5	9	2.6
		3/4-7/8	2.9 - - 2.2	5.1	2	2.6
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.2 - - 3.1	6.3	2	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.4 - 2.4 - 3.4 - 2.3 3.4 - 2.4 - 3.2	19.5	7	2.8
		3/4-7/8	2.5 - - 2.5	5.0	2	2.5
	<b>BS</b>	1/2-5/8	2.6 - - 3.5	6.1	2	3.1
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	3.5 - - 3.8 2.4 - 2.6 - 2.3	14.6	5	2.9
		3/4-7/8	2.2 - - 3.5	9.3	4	2.3
			2.3 - - 1.3	3.2	1	3.2
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.2	3.2	1	3.2
3/4-7/8		2.5	2.5	1	2.5	

**ANEXO A-49.** Cuadro de condición física promedio durante los 28 días de lactancia.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	$\Sigma y_{ijk}$	rik	$Y_{ijk}$
2X	H	1/2-5/8	1.3 - 3.0 - 3.6 2.5 - 3.2 - 2.5 1.0 - 2.3 - 3.0	22.4	9	2.5
		3/4-7/8	2.4 - - 2.3	4.7	2	2.4
	BS	1/2-5/8	3.1 - - 3.0	6.1	2	3.1
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
3X	H	1/2-5/8	3.1 - 2.3 - 2.3 2.4 - 2.4 - 2.3 - 3.2	18	7	2.6
		3/4-7/8	2.4 - - 2.4	4.8	2	2.4
	BS	1/2-5/8	3.4 - - 2.6	6.0	2	3.0
		3/4-7/8	2.8	2.8	1	2.8
4X	H	1/2-5/8	2.3 - - 3.4 2.9 - 2.4 - 3.2	14.2	5	2.8
		3/4-7/8	3.3 - - 2.1			
			1.8 - - 1.3	8.5	4	2.1
	BS	1/2-5/8	3.0	3.0	1	3.0
3/4-7/8		2.3	2.3	1	2.3	

**ANEXO A-50.** Cuadro de condición física promedio durante los 42 días de lactancia.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b>Y<sub>ijk</sub></b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.8 - 3.5 - 1.0	21.9	9	2.4
			3.2 - 2.6 - 1.1			
		3.0 - 2.5 - 2.2				
	<b>3/4-7/8</b>	2.3 - - 2.3	4.6	2	2.3	
<b>BS</b>	1/2-5/8	3/4-7/8	3.1 - - 3.0	6.1	2	3.1
			2.6	2.6	1	2.6
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	3.1 - 2.2 - 2.2	17.6	7	2.5
			2.3 - 2.4 - 2.2 - 3.2			
	<b>3/4-7/8</b>	2.2 - - 2.4	4.6	2	2.3	
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3/4-7/8	3.4 - - 2.5	5.9	2
2.8				2.8	1	2.8
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.2 - 3.3 - 2.9	13.9	5	2.8
			2.4 - - 3.1			
	<b>3/4-7/8</b>	3.3 - - 1.8	7.9	4	2.0	
	1.6 - - 1.2					
<b>BS</b>	1/2-5/8	3/4-7/8	3.1	3.1	1	3.1
			2.3	2.3	1	2.3

**ANEXO A-51.** Cuadro de condición física promedio durante los 56 días de lactancia.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma y_{ijk}</math></b>	<b>rik</b>	<b>Y<sub>ijk</sub></b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.9- 3.3- 1.0 3.5- 2.6- 1.1 2.5- 2.5- 2.2	21.6	9	2.4
		3/4-7/8	2.3- 2.4	4.7	2	2.4
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.1 - 3.0	6.1	2	3.1
		3/4-7/8	2.6	2.6	1	2.6
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.6- 2.3- 2.2- 2.4 2.4- 2.2- 3.0	17.1	7	2.4
		3/4-7/8	2.2 - 2.3	4.5	2	2.3
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.5- 2.5	6.0	2	3.0
		3/4-7/8	3.2	3.2	1	3.2
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.3- 3.3- 2.9 2.4- 3.1	14.0	5	2.8
		3/4-7/8	3.3- 1.8 1.6- 1.2	7.9	4	2.0
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.1	3.1	1	3.1
		3/4-7/8	2.3	2.3	1	2.3

**ANEXO A-52.** Cuadro de condición física promedio durante los 70 días de lactancia.

<b>Frecuencia de ordeño</b>	<b>Raza</b>	<b>Encaste</b>	<b>Observaciones</b>	<b><math>\Sigma</math>yijk</b>	<b>rik</b>	<b>Yijk</b>
<b>2X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	1.1- 3.4- 3.3 2.2- 2.9- 2.7 1.0- 2.5- 2.3	21.4	9	2.4
		3/4-7/8	2.4 - 2.4	4.8	2	2.4
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.2 - 3.2	6.4	2	3.2
		3/4-7/8	2.7	2.7	1	2.7
<b>3X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.4- 2.3- 2.3 2.2- 3.2- 2.4- 3.0	17.8	7	2.5
		3/4-7/8	2.3 - 2.0	4.6	2	2.3
	<b>BS</b>	1/2-5/8	2.5 - 3.6	6.1	2	3.1
		3/4-7/8	3.3	3.3	1	3.3
<b>4X</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	3.1- 3.5- 2.5 2.4- 2.8	14.3	5	2.9
		3/4-7/8	1.6- 3.4 1.6- 1.4	8.0	4	2.0
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.1	3.1	1	3.1
		3/4-7/8	2.3	2.3	1	2.3

**ANEXO A-53.** Cuadro de condición física promedio durante los 84 días de lactancia.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	$\Sigma y_{ijk}$	rik	Yijk
2X	H	1/2-5/8	3.0 - 3.3 - 1.0	21.9	9	2.4
			3.6 - 2.7 - 1.1			
	2.3 - 2.7 - 2.2					
	BS	3/4-7/8	2.4 - - 2.4	4.8	2	2.4
		1/2-5/8	3.2 - - 3.4	6.6	2	3.3
3/4-7/8		2.8	2.8	1	2.8	
3X	H	1/2-5/8	3.2 - 2.3 - 2.3	18.0	7	2.6
			2.4 - 2.3 - 2.3 - 3.2			
	2.3 - - 2.3					
	BS	3/4-7/8	2.3 - - 2.3	4.6	2	2.3
		1/2-5/8	3.6 - - 2.4	6.0	2	3.0
3/4-7/8		3.4	3.4	1	3.4	
4X	H	1/2-5/8	2.5 - - 3.5	14.2	5	2.8
			2.8 - 2.3 - 3.1			
			3.4 - - 1.6			
	BS	3/4-7/8	1.6 - - 1.5	8.1	4	2.0
		1/2-5/8	3.3	3.3	1	3.3
3/4-7/8	2.2	2.2	1	2.2		

**ANEXO A-54.** Cuadro de condición física promedio durante los 100 días de lactancia.

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	Observaciones	$\Sigma y_{ijk}$	Rik	Yijk
2X	H	1/2-5/8	3.0 - 3.3 - 1.0	22.3	9	2.5
			3.7 - 2.7 - 1.1			
	BS	3/4-7/8	2.3 - 2.9 - 2.3	4.8	2	2.4
			2.4 - - 2.4	6.7	2	3.4
3X	H	1/2-5/8	3.3 - - 3.4	18.7	7	2.7
			2.5 - 2.4 - 2.3 - 3.3			
	BS	3/4-7/8	2.8	4.6	2	2.3
			3.3 - - 2.4	6.1	2	3.1
4X	H	1/2-5/8	3.4	14.5	5	2.9
			2.5 - - 3.6			
	BS	3/4-7/8	2.9 - 2.3 - 3.2	8.1	4	2.0
			3.5 - - 1.5	3.3	1	3.3
BS	3/4-7/8	1.6 - - 1.5	2.2	1	2.2	
		3.3	2.0	1	2.2	

**ANEXO A-55.** Análisis de varianza de la condición física al parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	1.3432	0.1221	0.21 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.0089	0.0044	0.007 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.4835	0.4835	0.85 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.7223	0.7223	1.26 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.0269	0.0134	0.02 n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.0210	0.0105	0.01 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0061	0.0061	0.01 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.0745	0.0372	0.07 n.s	3.39	5.57
Error	25	14.3001	0.5720			
Total	36	15.6433				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-56.** Análisis de varianza de la condición física a lo 14 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	1.5420	0.1401	0.26 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	1.0087	0.0043	0.01 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.5063	0.5063	0.95 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.7280	0.7280	1.36 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.0317	0.0158	0.03 n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.2152	0.1076	0.20 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0228	0.0228	0.04 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.0293	0.0293	0.06 n.s	3.39	5.57
Error	25	13.3812	0.5352			
Total	36	14.9232				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo

**ANEXO A-57.** Análisis de varianza de la condición física a los 28 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	1.9135	0.1739	0.40n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.0661	0.0330	0.08n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.7059	0.7059	1.61n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.7062	0.7062	1.61n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.1096	0.0548	0.13n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.3197	0.1598	0.37n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0023	0.0023	0.01n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.0037	0.0018	0.004n.s	3.39	5.57
Error	25	10.9567	0.4382			
Total	36	12.8702				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-58.** Análisis de varianza de la condición física a los 42 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	2.4043	0.2185	0.46n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.0378	0.0189	0.04n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	0.9311	0.9311	1.96n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.9725	0.9725	2.05n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.0235	0.0117	0.03n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.3926	0.1963	0.41n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0090	0.0090	0.02n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.0378	0.0189	0.04n.s	3.39	5.57
Error	25	11.8784	0.4751			
Total	36	14.2827				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo

**ANEXO A-59.** Análisis de varianza de la condición física a los 56 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	3.1107	0.2827	0.64 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.1207	0.0603	0.14 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.3723	1.3723	3.11 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.6694	0.6694	1.52 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.1824	0.0912	0.21 n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.6249	0.3124	0.71 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.00005	0.00005	0.0001 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.1409	0.0704	0.16 n.s	3.39	5.57
Error	25	11.0195	0.4407			
Total	36	14.1302				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-60.** Análisis de varianza de la condición física a los 70 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	3.4757	0.3159	0.67 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.1955	0.0977	0.21 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.4994	1.4994	3.19 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.6775	0.6775	1.44 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.2123	0.1061	0.23 n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.6586	0.3293	0.70 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0001	0.0001	0.0002 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.2323	0.1161	0.25 n.s	3.39	5.57
Error	25	11.7713	0.4708			
Total	36	15.2470				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo

**ANEXO A-61.** Análisis de varianza de la condición física a los 84 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	4.2456	0.3859	0.79 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.1880	0.0940	0.19 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.7563	1.7563	3.58 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	0.8032	0.8032	1.64 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.1889	0.0944	0.19 n.s	5.57	3.39
AxC	2	0.9735	0.4867	0.99 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0009	0.0009	0.002 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.3348	0.1674	0.34 n.s	3.39	5.57
Error	25	12.2819	0.4912			
Total	36	16.5275				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**ANEXO A-62.** Análisis de varianza de la condición física a los 100 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	4.8081	0.4371	0.80 n.s	2.20	3.06
Frecuencia(A)	2	0.3329	0.1664	0.31 n.s	3.39	5.57
Raza(B)	1	1.4583	1.4583	2.68 n.s	4.24	7.77
Encaste(C)	1	1.1903	1.1903	2.18 n.s	4.24	7.77
AxB	2	0.3083	0.1541	0.28 n.s	5.57	3.39
AxC	2	1.1044	0.5522	1.01 n.s	5.57	3.39
BxC	1	0.0047	0.0047	0.01 n.s	4.24	7.77
AxBxC	2	0.4092	0.2046	0.38 n.s	3.39	5.57
Error	25	13.6291	0.5451			
Total	36	18.4372				

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo

**ANEXO A-63.** Resumen de la condición física promedio por tratamiento cada 14 días durante los primeros 100 días lactando.

**DIAS LACTANDO.**

Frecuencia de ordeño	Raza	Encaste	1 días	14 días	28 días	42 días	56 días	70 días	84 días	100 días	$\Sigma$ Yijk	n	Y	
<b>2x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	19.9	8	2.5	
		3/4-7/8	2.6	2.6	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	19.5	8	2.4
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	25.7	8	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	21.9	8	2.7
<b>3x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.5	2.6	2.7	21	8	2.6	
		3/4-7/8	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	18.9	8	2.4
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.0	3.1	24.4	8	3.1
		3/4-7/8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	3.3	3.4	3.4	24.5	8	3.1
<b>4x</b>	<b>H</b>	1/2-5/8	3.3	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	23.2	8	2.9	
		3/4-7/8	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	16.9	8	2.1
	<b>BS</b>	1/2-5/8	3.2	3.2	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	3.3	25.3	8	3.2
		3/4-7/8	2.8	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.0	18.7	8	2.3

**ANEXO A-64.** Análisis de varianza del resumen de condición física promedio durante los 100 días post-parto.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	11	11.8511	1.0773	43.80**	1.89	2.43
Frecuencia(A)	2	0.3514	0.1757	7.14**	3.09	4.82
Raza(B)	1	4.6376	4.6376	88.52**	3.94	6.90
Encaste(C)	1	3.8001	3.8001	154.48**	3.94	6.90
AxB	2	0.4702	0.2351	9.56**	3.09	4.82
AxC	2	2.0765	1.0382	42.21**	3.09	4.82
BxC	1	0.0234	0.0234	0.95 n.s	3.94	6.90
AxBxC	2	0.4919	0.2459	9.99**	3.09	4.82
Error	84	2.0738	0.0246			
Total	95	13.9249				

\*\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.01).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo

**CUADRO A- 65.** Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de condición física promedio por tratamiento durante los 100 días lactando.

TRAT.	T3 3.2	T11 3.2	T8 3.1	T7 3.1	T9 2.9	T4 2.7	T5 2.6	T1 2.5	T2 2.4	T6 2.4	T12 2.3	T10 2.1
T3 3.2	—	0 n.s	0.1 n.s.	0.1 n.s	0.3 **	0.4 **	0.6 **	0.7 **	0.8 **	0.8 **	0.9 **	0.9 **
T11 3.2		—	0.1 n.s.	0.1 n.s.	0.3 **	0.5 **	0.6 **	0.7 **	0.8 **	0.8 **	0.9 **	0.11 **
T8 3.1			—	0 n.s.	0.2 *	0.4 **	0.5 **	0.6 **	0.7 **	0.7 **	0.8 **	0.10 **
T73.1				—	0.2 *	0.4 **	0.5 **	0.6 **	0.7 **	0.7 **	0.8 **	0.10 **
T9 2.9					—	0.2 *	0.3 **	0.4 **	0.5 **	0.5 **	0.6 **	0.8 **
T4 2.7						—	0.1 n.s.	0.2 *	0.3 **	0.3 **	0.4 **	0.6 **
T5 2.6							—	0.1 n.s	0.2 *	0.2 *	0.3 **	0.5 **
T1 2.5								—	0.1 n.s.	0.1 n.s.	0.2 *	0.4 **
T2 2.4									—	0 n.s.	0.1 n.s.	0.3 **
T6 2.4										—	0.1 n.s.	0.3 **
T12 2.3											—	0.2 *
T10 2.1												—

\*\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.01).

\* = Diferencias estadísticas significativa (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativo.

**CUADRO A-66.** Prueba de rango múltiple de Duncan, para el resumen de condición física promedio por tratamiento durante los 100 días lactando.

	4X = 52.66	3X = 37.81	2X = 33.64
4X = 52.66	—	14.85*	19.02**
3X = 37.81	—	—	4.17 <sup>ns</sup>
2X = 33.64	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%	
4x vs 3x = 14.85	11.53	15.60	
4x vs 2x = 19.02	11.13	15.06	
3x vs 2x = 4.17	10.87	14.70	
	P	2	3
	R 5%	1.00	1.05
	R 1%	1.00	1.04
4x vs 3x	DMS 5%	11.53	12.11
	DMS 1%	15.60	16.23
4x vs 2x	DMS 5%	11.13	11.69
	DMS 1%	15.06	15.66
3x vs 2x	DMS 5%	10.87	11.41
	DMS 1%	14.70	15.29

**ANEXO A-67.** Diseño completamente al azar para días vacíos agrupados por frecuencia de ordeño.

Frecuencia de ordeño	Observaciones	r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
2x	122-260-119-145-67-198-166-29-70-89-136-110-235	13	1,746	288,402	134.3077
3x	48-153-92-95-92-181-132-222-55-111-211	11	1,392	211,002	126.5455
4x	65-77-95-110-111-114-59-82-199	9	912	106,402	101.3333
		33	4,050	605,806	

**ANEXO A-68.** Análisis de varianza de días vacíos para frecuencia de ordeño.

F.D.V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.	
					5%	1%
Tratamientos	2	6,023.0490	3,011.5245	0.8794 n.s	3.32	5.39
Error	30	102,737.4965	3,424.5832			
Total	32	108,760.5455				

**CUADRO A- 69.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 14 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0				
2X	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	14	0.5	0.25	0.04
3X	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			12	2	2	0.17
4X	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0				11	0	0	0

**CUADRO A- 70.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 21 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
2X	0	0.25	0	0	0	0.75	0	0.5	0.75	0	0	1	0	0	14	3.25	2.44	0.23
3X	0	1.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1			12	3.5	4.25	0.
4X	0	0.25	0	0	0	0	1	0	0	0	0				11	1.25	1.06	0

**CUADRO A-71.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 28 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
2X	0	0	0.25	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	14	1.25	0.56	0.09
3X	0	1	2.25	0	0	0	0	0	0	0	0	1			12	3.25	6.06	0.27
4X	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0				11	0	0	0

**CUADRO A-72.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 42 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
2X	0	0.25	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0	14	1.25	0.56	0.09
3X	0	1.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			12	2.25	2.56	0.19
4X	0	0.25	0	1	1	1.25	1	0	0	0	0				11	4.5	4.63	0.41

**CUADRO A-73.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 42 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$	
2X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	1	1	0.09
3X	0	1	0.25	0	0.75	0	0.5	0	0	0.25	0	0			12	2.75	1.94	0.23	
4X	0	0.5	0	1	0	0	1	0	0	0.25	0				11	2.75	2.31	0.25	

**CUADRO A--74.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 49 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0.25	0	0	0	0.25	0	0.5	0.5	0	0	1	0	0				
2X	0	0.25	0	0	0	0.25	0	0.5	0.5	0	0	1	0	0	14	2.5	1.63	0.18
3X	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			12	1	1	0.08
4X	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0				11	3	3	0.27

**CUADRO A-75.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 56 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2X	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	14	0.5	0.25	0.04
3X	0	0.25	0	0	0	0.5	0	0.5	0.75	0	0	1			12	2	1.13	0.17
4X	0	0.25	0	0	1	1	0	0.75	1.25	0	0				11	4.25	4.19	0.39

**CUADRO A-76.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 63 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0.25	0	0	0	1	0	0.5	1		0	1	0	0				
2X	0	0.25	0	0	0	1	0	0.5	1		0	1	0	0	14	2.75	2.31	0.20
3X	0	1.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1			12	5	6.38	0.42
4X	0	0.25	0	0	0	0	1	0	0	0	0				11	1	1	0.09

**CUADRO A-77.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 70 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	1.25	0	0	0	0.25	0	0.5	0	0	0	1	0	0				
2X	0	1.25	0	0	0	0.25	0	0.5	0	0	0	1	0	0	14	3	2.88	0.21
3X	0	1.25	0	1	0	0.5	0	1	0	0.5	0	1			12	5.25	5.06	0.44
4X	0	0.25	0	0	0	0.5	1	1.5	0.75	0.5	0				11	3.5	3.38	0

**CUADRO A-78.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 77 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0.25	0	0	0	1.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0				
2X	0	0.25	0	0	0	1.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0	14	2.25	2.56	0.16
3X	0	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			12	2.25	2.56	0.19
4X	0	0.25	0	0	0	0.25	1	0.75	0	0	0				11	2.25	1.69	0.20

**CUADRO A-79.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los primeros 84 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														r	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0.25	0	0	0	0.75	0	0.5	0.75	0	0	1	0	0				
2X	0	0.25	0	0	0	0.75	0	0.5	0.75	0	0	1	0	0	14	3.25	2.44	0.23
3X	0	1.25	0	0	0	0.25	0	1	0	0	0	1			12	3.5	3.63	0.29
4X	0	0.25	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0				11	2.25	1.06	0.20

**CUADRO A-80.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los  
Primeros 91 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0				
2X	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
3X	0	0.25	0	0	0	0.5	0	1	0	0	0	1			12	2.25	2.06	0.19
4X	0	0	0	0	0	0.5	1.5	0	0	0	0				11	2	2.5	0.18

**CUADRO A-81.** Grados de infección de mastitis por frecuencia de ordeño en los  
primeros 100 días lactando.

Frec. de ordeño	OBSERVACIONES														R	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$\bar{X}$
	0	0	0	0	0	1.25	0	0.5	0	0	0	0	0	0				
2X	0	0	0	0	0	1.25	0	0.5	0	0	0	0	0	0	14	1.75	1.81	0.13
3X	0	1.5	0	0	0	0.5	0	1	0	0	0	1			12	4.5	4.75	0.38
4X	0	1.25	0	0	0	0.5	1	0	0	0	0				11	2.75	2.81	0.25

**CUADRO A- 82.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 14 días lactando.

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.1822	0.0911	1.63 n.s	4.13	7.44
Error	34	1.8989	0.0558			
Total	36	2.0811				

ns: no significativo

**CUADRO A-83.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor Frecuencia de ordeño en los primeros 21 días lactando.

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.4446	0.2223	1.3423 n.s	4.13	7.44
Error	34	5.6332	0.1656			
Total	36	6.0778				

ns: no significativo

**CUADRO A-84.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
Frecuencia de ordeño en los primeros 28 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.1876	0.0938	0.55 n.s	4.13	7.44
Error	34	5.8327	0.1715			
Total	36	6.0203				

ns: no significativo

**CUADRO A- 85.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
frecuencia de ordeño en los primeros 35 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.2061	0.1030	0.82 n.s	4.13	7.44
Error	34	4.2771	0.1257			
Total	36	4.4832	0.1245			

ns: no significativo

**CUADRO A-86.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
Frecuencia de ordeño en los primeros 42 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	06446	0.3223	2.04 n.s	4.13	7.44
Error	34	5.3757	0.1581			
Total	36	6.0203				

ns: no significativo

**CUADRO A- 87.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
frecuencia de ordeño en los primeros 49 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.7618	0.3809	3.6310 *	3.28	5.29
Error	34	3.5693	0.1049			
Total	36	4.3311				

\*: Diferencias significativas

**CUADRO A-88.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
Frecuencia de ordeño en los primeros 56 días lactando.

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.2473	0.1236	1.09 n.s	3.28	5.29
Error	34	3.8609	0.1135			
Total	35	4.1082				

ns: no significativo

**CUADRO 89.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
Frecuencia de ordeño en los primeros 63 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.3219	0.1609	0.7536n.s	3.28	5.29
Error	34	7.2592	0.2135			
Total	35	7.5811				

ns: no significativo

**CUADRO A-90.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
Frecuencia de ordeño en los primeros 70 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.6452	0.3226	1.5736 n.s	3.28	5.29
Error	34	6.9731	0.2050			
Total	35	7.6183				

ns: no significativo

**CUADRO A-91.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor  
frecuencia de ordeño en los primeros 77 días lactando

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.0464	0.0232	0.16 n.s	3.28	5.29
Error	34	4.8895	0.1438			
Total	35	4.9359				

ns: no significativo

**CUADRO A-92.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 84 días lactando.

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.0123	0.00615	0.04 n.s	3.28	5.29
Error	34	5.5688	0.1637			
Total	35	5.5811				

ns: no significativo

**CUADRO A-93.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 91 días lactando.

F de V	G L	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	04046	0.2023	1.01 n.s	3.28	5.29
Error	34	6.7813	0.1994			
Total	35	7.1859				

ns: no significativo

**CUADRO A-94.** Análisis de varianza de los grados de infección de mastitis para el factor frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.

F de V	GL	SC	CM	FC	5%	1%
Tratamientos	2	0.2974	0.1487	1.34 n.s	3.28	5.29
Error	34	3.777	0.1110			
Total	35	4.0744				

ns: no significativo

**CUADRO A-95.** Prueba de rango múltiple de Duncan para los grados de infección de mastitis a los 49 días lactando.

	4X = 0.39	3X = 0.17	2X = 0.04
4X = 0.39	—	0.22*	0.35**
3X = 0.17	—	—	0.13 n.s
2X = 0.04	—	—	—

\*\* = Diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ )

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

ns = No significativo

	Valor de ETD 5%	Valor de ETD 1%
4x vs 3x = 0.22	0.2744	0.3682
4x vs 2x = 0.35	0.2649	0.3554
3x vs 2x = 0.13	0.2586	0.3470
P	2	3
R 5%	1.00	1.05
R 1%	1.00	1.04

4x vs 3x	DMS 5%	0.2744	0.2881
	DMS 1%	0.3682	0.3829
4x vs 2x	DMS 5%	0.2649	0.2781
	DMS 1%	0.3554	0.3696
3x vs 2x	DMS 5%	0.2586	0.2715
	DMS 1%	0.3470	0.3608

**CUADRO A-96.** Cuadro resumen de pruebas de mastitis (CMT), expresado en promedios de grados por vaca, en cada frecuencia de ordeño en los primeros 100 días lactando.

Frecuencia de ordeño	7 Días	14 Días	21 Días	28 Días	35 Días	42 Días	49 Días	56 Días	63 Días	70 Días	77 Días	84 Días	91 Días	100 Días
2x	0	0.04	0.09	0.23	0.18	0.09	0.04 b	0.09	0.21	0.20	0.23	0.16	0.13	0
3x	0	0.17	0.27	0.29	0.03	0.19	0.17 ab	0.23	0.44	0.42	0.29	0.19	0.38	0.19
4x	0	0	0	0.11	0.27	0.41	0.39 a	0.25	0.32	0.09	0.20	0.20	0.25	0.18

**CUADRO A-97.** Análisis de varianza del resumen de pruebas de mastitis, por frecuencia de ordeño durante la fase de campo.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	2	0.0947	0.0473	3.50 *	3.23	5.18
Error	39	0.5279	0.0135			
Total	41	0.6226	0.0151			

\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).