

**Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Agrícola**

Guía de Recomendaciones de Diseño de Instalaciones para Lecherías.

Por:

Felipe Calleja Apéstegui

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Octubre de 2012**

Guía de Recomendaciones de Diseño de Instalaciones para Lecherías.

Por:

Felipe Calleja Apéstegui

Sometido a la Escuela de Ingeniería Agrícola
de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Costa Rica
como requisito parcial para optar por el grado de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Aprobado por el Tribunal Examinador:

Ing. Francisco Aguilar Pereira
Director, Escuela de Ingeniería Agrícola

Ing. Geovanni Carmona Villalobos
Director, Equipo Asesor

Ing. Marcela Andrade Soto
Miembro, Equipo Asesor

Ing. Carlos Benavides León
Miembro, Equipo Asesor

Ing. Georges Govaere Vicarioli
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Para mis papás, porque sin ellos nada de esto sería posible. De todo corazón este trabajo es para ustedes, los quiero mucho.

Para Ale y Tomás, porque siempre han sido un grandísimo apoyo y excelente compañía en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Geovanni, por su ayuda y apoyo no solo en este trabajo, sino en muchos otros momentos durante los últimos 7 años.

A doña Marcela Andrade y don Carlos Benavides, por la gran ayuda brindada y el esfuerzo invertido en lograr el resultado deseado.

A doña Maritza Araya y don Luis Noguera, por la disposición y apoyo durante las giras realizadas.

A don Frank Hueckmann por su apoyo en la primera parte del proyecto.

A don Georges, por todas las oportunidades que me ha dado.

A la escuela de Ingeniería Agrícola, por ser como mi segunda casa desde hace ya varios años.

A todos los amigos y familiares que de una u otra forma han sido parte de este proceso, y hoy están tan felices como yo de haber terminado exitosamente.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | xi |
| CAPÍTULO 1: Introducción | 1 |
| 1.1 Objetivos..... | 2 |
| 2.1.1 Objetivo general..... | 2 |
| 2.1.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.2 Metodología..... | 3 |
| CAPÍTULO 2: Marco teórico | 6 |
| 2.1 Sistemas de producción..... | 6 |
| 2.1.1 Pastoreo..... | 6 |
| 2.1.2 Semi Estabulado..... | 6 |
| 2.1.3 Totalmente Estabulado..... | 7 |
| 2.2 Espacios en lecherías..... | 7 |
| 2.2.1 Establo y lugar de descanso..... | 7 |
| 2.2.2 Sala de ordeño..... | 13 |
| 2.2.3 Alojamiento de terneras y novillas..... | 18 |
| 2.2.4 Cuarto de leche..... | 19 |
| 2.2.5 Patio de maniobras..... | 20 |
| CAPÍTULO 3: Funcionamiento de una lechería típica | 21 |
| 3.1 Descripción del funcionamiento de una lechería típica..... | 22 |
| 3.2 Manejo de terneras..... | 26 |
| 3.3 Manejo de novillas..... | 27 |
| 3.4 Manejo de vacas secas..... | 28 |
| CAPÍTULO 4: Marco legal para construcción de lecherías | 30 |
| 4.1 Ley General de Salud..... | 30 |
| 4.2 Ley de Bienestar Animal..... | 31 |
| 4.3 Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal..... | 32 |
| 4.4 Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación (CVO)..... | 33 |
| 4.5 Reglamento de Recibo de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L..... | 35 |
| 4.6 Otras Regulaciones..... | 37 |
| 4.6.1 Manejo de aguas residuales..... | 37 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.6.2 | Planes Reguladores | 38 |
| 4.7 | Fuentes de información adicionales..... | 39 |
| CAPÍTULO 5: Resultados y análisis de evaluaciones | | 42 |
| 5.1 | Rendimientos..... | 42 |
| 5.2 | Camino y Patio de Maniobras..... | 48 |
| 5.2.1 | Ancho del camino | 48 |
| 5.2.2 | Material del camino..... | 49 |
| 5.2.3 | Cunetas..... | 50 |
| 5.2.4 | Tamaño del patio de maniobras | 50 |
| 5.2.5 | Material del patio de maniobras..... | 52 |
| 5.3 | Establo tipo galerón | 53 |
| 5.3.1 | Alto del galerón | 53 |
| 5.3.2 | Material de las paredes | 53 |
| 5.3.3 | Material de pisos..... | 54 |
| 5.3.4 | Dimensión de cubículos..... | 55 |
| 5.3.5 | Material de cama..... | 59 |
| 5.3.6 | Comederos | 60 |
| 5.3.7 | Pasillo de circulación..... | 61 |
| 5.3.8 | Bebederos..... | 62 |
| 5.3.9 | Ventilación..... | 64 |
| 5.4 | Establo tipo espacio común (invernadero)..... | 66 |
| 5.4.1 | Alto del establo | 66 |
| 5.4.2 | Material de la pared | 66 |
| 5.4.3 | Material de pisos..... | 67 |
| 5.4.4 | Material de camas | 69 |
| 5.4.5 | Comederos | 70 |
| 5.4.6 | Pasillo de circulación..... | 74 |
| 5.4.7 | Bebederos..... | 74 |
| 5.4.8 | Ventilación..... | 76 |
| 5.5 | Sala de ordeño..... | 77 |
| 5.5.1 | Sistema de trabajo..... | 77 |
| 5.5.2 | Dimensión de la sala | 78 |
| 5.5.3 | Material de pared | 79 |
| 5.5.4 | Material del piso | 81 |
| 5.5.5 | Espacio para animales durante ordeño..... | 82 |
| 5.5.6 | Puerta de ingreso y puerta de salida a sector de ordeño | 85 |
| 5.5.7 | Fosa de ordeño | 85 |
| 5.5.8 | Ventilación..... | 87 |
| 5.6 | Sala de tanque de leche..... | 88 |
| 5.6.1 | Tanque de enfriamiento | 89 |
| 5.6.2 | Dimensión del cuarto | 89 |
| 5.6.3 | Protección contra plagas | 90 |

| | | |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|
| 5.6.4 | Presencia de lavamanos | 92 |
| 5.6.5 | Material de paredes..... | 92 |
| 5.6.6 | Material del piso | 94 |
| 5.6.7 | Iluminación protegida..... | 95 |
| 5.7 | Almacenamiento de concentrado..... | 96 |
| 5.7.1 | Lugar de almacenamiento..... | 96 |
| 5.7.2 | Dimensiones de la bodega | 97 |
| 5.7.3 | Ventilación de la bodega..... | 98 |
| 5.7.4 | Protección contra plagas | 98 |
| 5.7.5 | Material de pared | 100 |
| 5.7.6 | Material del piso | 100 |
| 5.7.7 | Colocación de sacos..... | 101 |
| 5.8 | Instalaciones para terneras y novillas | 102 |
| 5.8.1 | Tipo de espacio de albergue..... | 102 |
| 5.8.2 | Material de paredes..... | 104 |
| 5.8.3 | Material de pisos..... | 105 |
| 5.8.4 | Cunas para terneras..... | 107 |
| CAPÍTULO 6: Recomendaciones de diseño | | 108 |
| 6.1 | Camino y Patio de Maniobras..... | 108 |
| 6.1.1 | Caminos | 108 |
| 6.1.2 | Patio de maniobras..... | 111 |
| 6.2 | Establo tipo galerón | 112 |
| 6.2.1 | Dimensiones..... | 112 |
| 6.2.2 | Paredes..... | 114 |
| 6.2.3 | Pisos | 114 |
| 6.2.4 | Cubículos de descanso | 118 |
| 6.2.5 | Comederos | 121 |
| 6.2.6 | Pasillo de circulación..... | 121 |
| 6.2.7 | Bebederos..... | 122 |
| 6.2.8 | Ventilación..... | 125 |
| 6.3 | Establo tipo espacio común (cama suave)..... | 125 |
| 6.3.1 | Material de pared | 125 |
| 6.3.2 | Material de pisos..... | 126 |
| 6.3.3 | Material de cama..... | 126 |
| 6.3.4 | Comederos | 127 |
| 6.3.5 | Pasillo de circulación..... | 127 |
| 6.3.6 | Bebederos..... | 127 |
| 6.3.7 | Ventilación..... | 127 |
| 6.4 | Sala de ordeño..... | 129 |
| 6.4.1 | Sistema de trabajo..... | 129 |
| 6.4.2 | Dimensión de la sala | 129 |
| 6.4.3 | Material de las paredes | 129 |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| 6.4.4 | Material del piso | 130 |
| 6.4.5 | Espacio de animales en ordeño | 131 |
| 6.4.6 | Fosa de ordeño | 131 |
| 6.4.7 | Ventilación de sala de ordeño | 132 |
| 6.5 | Sala de tanque de enfriamiento | 134 |
| 6.5.1 | Material y capacidad del tanque | 134 |
| 6.5.2 | Dimensión del cuarto | 134 |
| 6.5.3 | Protección contra plagas | 134 |
| 6.5.4 | Presencia de lavamanos | 135 |
| 6.5.5 | Material de paredes | 135 |
| 6.5.6 | Material del piso | 135 |
| 6.5.7 | Iluminación protegida | 136 |
| 6.6 | Almacenamiento de concentrado | 136 |
| 6.6.1 | Lugar de almacenamiento | 136 |
| 6.6.2 | Dimensiones de la bodega | 137 |
| 6.6.3 | Ventilación de la bodega | 137 |
| 6.6.4 | Protección contra plagas | 138 |
| 6.6.5 | Material de paredes | 138 |
| 6.6.6 | Material del piso | 138 |
| 6.6.7 | Colocación de sacos de concentrado. | 139 |
| 6.7 | Sala de terneras y novillas | 139 |
| 6.7.1 | Tipo de espacio de albergue | 139 |
| 6.7.2 | Material de paredes | 140 |
| 6.7.3 | Material de pisos | 140 |
| 6.7.4 | Cunas para terneras | 140 |
| CAPÍTULO 7: Conclusiones y recomendaciones. | | 142 |
| 7.1 | Conclusiones | 142 |
| 7.2 | Recomendaciones. | 146 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 148 |
| APÉNDICE A. Definición del tamaño de muestra y estratificación..... | | 153 |
| APENDICE B. Memoria de cálculo de grosor de losa de concreto para pisos..... | | 156 |
| ANEXO A. Evaluación aplicada a las lecherías estudiadas. | | 158 |
| ANEXO B. Documentos relacionados a la obtención del CVO. | | 168 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Diagrama de espacio en cubículo. | 8 |
| Figura 2. Diseño de un cubículo. | 9 |
| Figura 3. Distribución de estabulado libre para 62 animales. (Medidas en metros). ... | 12 |
| Figura 4. Corte transversal del diseño previo. (Medidas en metros). | 13 |
| Figura 5. Sala de ordeño en tándem. | 14 |
| Figura 6. Sala de ordeño tipo espina de pescado | 15 |
| Figura 7. Sala de ordeño en paralelo. | 16 |
| Figura 8. Corte transversal de sala de ordeño. (Medidas en metros) | 17 |
| Figura 9. Producción de leche diaria por vaca según razas y provincias. | 42 |
| Figura 10. Producción de leche diaria por vaca según tipo de instalación de descanso. | 44 |
| Figura 11. Tiempos de ordeño según tipo de sala. | 45 |
| Figura 12. Disposición de las aguas usadas. | 46 |
| Figura 13. Aprovechamiento del agua de lluvia. | 47 |
| Figura 14. Anchos de camino de acceso a fincas. | 48 |
| Figura 15. Materiales de caminos y problemas encontrados. | 49 |
| Figura 16. Área del patio de maniobras en las lecherías. | 51 |
| Figura 17. Materiales usados en el patio de maniobras de las fincas. | 52 |
| Figura 18. Materiales usados en las paredes del galerón | 54 |
| Figura 19. Materiales de piso del galerón. | 55 |
| Figura 20. Largo de cubículo de descanso. | 56 |
| Figura 21. Ancho de cubículo de descanso. | 57 |
| Figura 22. Altura de la división entre cubículos. | 57 |
| Figura 23. Altura de grada del cubículo de descanso. | 58 |
| Figura 24. Materiales de las camas en los cubículos. | 59 |
| Figura 25. Ancho del comedero en los galerones. | 60 |
| Figura 26. Ancho de pasillo de circulación. | 61 |
| Figura 27. Tipos de bebederos utilizados. | 62 |
| Figura 28. Bebedero para caballos en división entre cubículos. | 63 |
| Figura 29. Manejo de la ventilación en los galerones. | 64 |
| Figura 30. Altura del establo de espacio común | 66 |
| Figura 31. Material de la pared en los establos. | 67 |
| Figura 32. Materiales del piso distinto al de la zona de descanso | 68 |
| Figura 33. Material de cama en establos de espacio común. | 69 |
| Figura 34. Ancho de comederos en establos de espacio común | 70 |
| Figura 35. Tipos de comedero utilizados en establos de espacio común. | 71 |
| Figura 36. Comederos abiertos. | 72 |
| Figura 37. Cepos en comederos | 73 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 38. Henera en instalación de descanso..... | 73 |
| Figura 39. Ancho del pasillo de circulación en establos de espacio común | 74 |
| Figura 40. Tipos de bebederos en establos de espacio común. | 75 |
| Figura 41. Tipo de ventilación presente en los establos de espacio común..... | 76 |
| Figura 42. Sistemas de trabajo para el ordeño. | 77 |
| Figura 43. Altura de la sala de ordeño..... | 79 |
| Figura 44. Material de pared en sala de ordeño | 80 |
| Figura 45. Material del piso en sala de ordeño | 81 |
| Figura 46. Espacio para animales durante ordeño..... | 83 |
| Figura 47. Ancho de espacio de animales durante ordeño..... | 84 |
| Figura 48. Profundidad de la fosa de ordeño. | 86 |
| Figura 49. Ancho de la fosa de ordeño..... | 86 |
| Figura 50. Tipo de ventilación en la salas de ordeño | 87 |
| Figura 51. Espacio del cuarto del tanque de enfriamiento. | 90 |
| Figura 52. Tipo de protección contra plagas en el cuarto del tanque. | 91 |
| Figura 53. Presencia de lavamanos dentro de la sala del tanque | 92 |
| Figura 54. Material de pared en la sala del tanque de enfriamiento | 93 |
| Figura 55. Cobertura del piso de concreto en sala del tanque..... | 94 |
| Figura 56. Iluminación protegida en la sala del tanque. | 95 |
| Figura 57. Lugares de almacenamiento de concentrado..... | 96 |
| Figura 58. Protección usada en las bodegas. | 99 |
| Figura 59. Material de pared en las bodegas de concentrado. | 100 |
| Figura 60. Colocación de los sacos de concentrado en la bodega. | 101 |
| Figura 61. Tipo de espacio para albergar terneras..... | 103 |
| Figura 62. Tipo de espacio para albergar novillas..... | 103 |
| Figura 63. Material de las paredes en espacios para terneras..... | 104 |
| Figura 64. Material de las paredes en espacios para novillas..... | 105 |
| Figura 65. Material del piso en área de terneras. | 106 |
| Figura 66. Material de paredes en espacio de novillas. | 106 |
| Figura 67. Distribución general de la lechería | 109 |
| Figura 68. Detalle constructivo de caminos y patio de maniobras | 113 |
| Figura 69. Detalle constructivo de pisos | 117 |
| Figura 70. Detalle constructivo de cubículos de descanso..... | 120 |
| Figura 71. Detalle constructivo de pasillo de circulación y comederos..... | 124 |
| Figura 72. Detalle de heneras..... | 128 |
| Figura 73. Detalle constructivo de la sala de ordeño | 133 |

RESUMEN

En Costa Rica existe una gran cantidad de fincas dedicadas a la producción de leche utilizando el sistema semi estabulado. Estas, por lo general cuentan con instalaciones antiguas que no necesariamente se ajustan a las necesidades de animales o trabajadores, y no siempre están adaptadas a las condiciones climáticas de nuestro país. Ante esto, es necesaria la confección de una guía con recomendaciones de diseño que guíe a los productores (actuales y futuros), en los proyectos de construcción o remodelación de los espacios como galerón de descanso, sala de ordeño, bodega de concentrados, entre otros. Para esto, se visitaron 32 lecherías en Cartago, Alajuela y Coronado (asociadas a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.), analizando aspectos constructivos tanto de dimensiones como de materiales, caracterizando la condición que tienen dichas instalaciones. Con esto, se construye la guía, el cual incluye un repaso del funcionamiento típico de una lechería que trabaja semi estabulado, y algunos de los aspectos legales que rige la actividad lechera en Costa Rica. Además se hace un análisis de las características de las instalaciones visitadas, y se brindan recomendaciones de diseño a partir de las sugerencias que brindan organismos nacionales e internacionales, que se adapten a las necesidades y condiciones de las lecherías estudiadas. Por ejemplo, se determina que las gradas de los cubículos donde descansan los animales deben tener entre 20 y 30 cm para ser funcionales, o que es necesaria una pasarela de concreto junto a los comederos de los establos con cama suave para darle comodidad al animal. En total se brindan 42 recomendaciones repartidas entre los espacios analizados. Con este trabajo, se logra crear una guía con recomendaciones de diseño y referencias generales (operativas y legales) de una lechería, que marca el inicio de un proceso de investigación que debe continuarse, para normalizar la construcción de este tipo de espacios y ayudar a que el gremio aumente su eficiencia, sus ganancias y la calidad del producto que ofrecen.

CAPÍTULO 1: Introducción

En nuestro país, datos de la Cámara Nacional de productores de leche indican que para el año 2004 existían 14 355 unidades de producción bovina dedicadas a la obtención de leche, de las cuales 6 408 se dedican a la producción especializada (Vilaboa Arroniz, Díaz Rivera, Wingching Jones, & Quirós Madrigal, 2011). Estas venden su producto a empresas como la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., la cual “recibe y procesa un poco más de un millón de litros diarios de leche, mientras el país produce en total unos 2,2 millones de litros al día” (Dirección Regional Central Occidente del MAG, 2007).

En términos generales, dichos productores tienen lecherías con instalaciones antiguas, las cuales fueron diseñadas a partir de la observación de establecimientos en otros países y adaptándose a las condiciones propias de cada zona. Esto produjo que las lecherías sean muy diferentes entre sí, que carezcan de una clara posibilidad de ampliación, e impidan que los animales se sientan cómodos.

La combinación de estos factores evidencia la necesidad de una guía que contenga recomendaciones de diseño, para que aquellos productores que quieran construir instalaciones nuevas (o ampliar las existentes), puedan planear la infraestructura de manera que se asegure el confort de los animales en la instalación, se promuevan procesos eficientes donde se utilice la mínima cantidad de energía y agua; y donde se facilite la interacción entre empleados y animales. Esta guía además marcaría las pautas para que se respeten las normas y reglamentos de construcción que exigen las distintas entidades encargadas, tales co-

mo la propia empresa Dos Pinos, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Servicio Nacional de Salud Animal o las municipalidades.

El presente trabajo se enfocó a la confección de dicha guía, para lo cual se incluyó una descripción general de los procesos que se llevan a cabo en una lechería típica, así como el marco legal que regula la construcción de instalaciones lecheras de nuestro país, con el objetivo de poner a disposición de los productores lecheros un documento capaz de guiarlos en la construcción y operación de instalaciones.

1.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Proponer una guía con recomendaciones de diseño para lecherías con sistema semi-estabulado para mejorar el desempeño de esta infraestructura.

2.1.2 Objetivos específicos

1. Analizar el sistema de operación de una lechería y sus componentes, para tener un mejor entendimiento de los procesos que se llevan a cabo y sus necesidades de infraestructura.
2. Identificar las leyes y reglamentos que regulan la construcción de instalaciones lecheras en las fincas a estudiar, para dar recomendaciones legalmente viables.
3. Tipificar la infraestructura de los espacios principales que componen las lecherías a visitar, incluyendo sala de ordeño, establo, cuarto de leche, patio de maniobras, bodegas y salas de terneras y novillas.

4. Generar recomendaciones de diseño para una lechería típica, utilizando consideraciones de materiales, necesidades de control de ambiente, requerimiento de insumos, y manejo de desechos, así como los resultados de las evaluaciones realizadas a las lecherías, para crear una guía de construcción que permita mayor competitividad a los proyectos de ampliación o establecimiento de instalaciones nuevas.

1.2 Metodología

La metodología a utilizar se segrega según los objetivos específicos.

Objetivo específico 1.

- Se realizó una revisión bibliográfica para determinar los procesos típicos en una lechería, así como los requerimientos de insumos de cada uno y su función dentro del funcionamiento de la finca.
- Se entrevistó expertos para precisar el manejo y funcionamiento de las lecherías en nuestro país, perteneciente a la zona delimitada en este estudio.
- Con el conocimiento adquirido, se estableció una descripción general del funcionamiento de una lechería como las estudiadas.

Objetivo específico 2.

- Se hizo una extensa revisión de las leyes y reglamentos que regulan la construcción de instalaciones en fincas lecheras en nuestro país, de forma que se establezca qué limitaciones generan y como es la interrelación entre ellas.

Objetivo específico 3

- Se calculó el tamaño de la muestra (Apéndice A), de la población de lecherías que cumplen con las características definidas. En total son 32 lecherías a estudiar.
- Se estratificó la muestra, de forma que los lugares a visitar estuvieran repartidos proporcionalmente en la zona geográfica incluida en el estudio.
- Se eligieron de forma aleatoria las lecherías visitadas, utilizando el método de la tómbola.
- Se visitaron 6 lecherías en Alajuela, 14 en Cartago y 12 en Coronado.
- Se aplicó la evaluación creada (Anexo A) a las lecherías elegidas, recolectando la información pertinente de cada espacio estudiado.

Objetivo específico 4.

- Se hizo una revisión bibliográfica relacionada a los materiales que se deben utilizar en estas instalaciones, características del ambiente necesarias para el confort animal, insumos requeridos para las operaciones a realizar, y el adecuado manejo de desechos de las instalaciones.
- Se analizó la información de las evaluaciones, para determinar las características de las lecherías que generan problemas en los procesos, y a partir de esto determinar aquellos puntos críticos en los cuales se deben centrar las recomendaciones.

- Se calculó la producción de leche por vaca por día y el tiempo de ordeño por vaca. La producción/vaca/día, se calculó tomando los kilogramos de leche entregados la última vez se recolectó, entre el número de vacas en producción de la finca y entre el tiempo entre recolecciones (día y medio). En el caso del tiempo de ordeño por vaca, se tomó el tiempo total que dura el ordeño en cada finca (proporcionado por el encargado) y se dividió entre el número de vacas que se ordeñan.
- Se generaron recomendaciones de diseño a partir de toda la información recolectada, de forma que se solucionen los problemas más comunes en que incurren las lecherías estudiadas, se utilicen diseños funcionales en términos de materiales, distribución de espacios y realización de procesos. Además, que sean recomendaciones legalmente viables.

CAPÍTULO 2: Marco teórico

2.1 Sistemas de producción

Los siguientes apartados se desarrollan según Díaz (2003).

2.1.1 Pastoreo

En el sistema de pastoreo, los animales “pasan todo el tiempo en los potreros sometidos a una rotación adecuada”. En este caso, la necesidad de instalaciones es baja, ya que las vacas se mantienen en el campo y periódicamente se conducen a la sala de ordeño, donde se obtiene la leche, para luego dejarlas volver al pastoreo. Además, se pueden colocar comederos y bebederos en puntos estratégicos de la finca, para brindar alimentos y nutrientes específicos a los animales, de forma que se complemente lo que consumen en el campo. Todo esto puede ir de la mano con instalaciones sencillas para mantener animales enfermos o recién nacidos así como cuarto de medicinas y sala de leche.

2.1.2 Semi Estabulado

En un punto intermedio de necesidad de instalaciones, se encuentra el sistema de producción semi-estabulado. Dicho sistema “consiste en tener confinados los animales ciertas horas..., y brindarles parte de la alimentación en la canoa y el resto la obtienen de los potreros...”. Así, se debe contar con un espacio para que los animales pasen parte del día (generalmente en las noches por razones de protección contra las inclemencias del tiempo y seguridad) ya sea en establos con cubículos, o en espacios como invernaderos, donde los animales se acomodan libremente.

En este sistema, es necesaria una inversión mayor en infraestructura, ya que se necesita el espacio de descanso de los animales, sumado a la sala de ordeño y los demás espacios complementarios para la producción de leche.

2.1.3 Totalmente Estabulado

Finalmente, el sistema estabulado se posiciona como la contraparte al pastoreo. En este los animales “permanecen confinados todo el tiempo,..., toda la alimentación se les brinda en el comedero, por lo tanto se debe contar con mano de obra capacitada” (Díaz, 2003). En este caso, las necesidades de infraestructura son muy similares a las del semi-estabulado, con la diferencia que se necesitan espacios para que los animales se muevan y realicen un poco de ejercicio.

2.2 Espacios en lecherías

2.2.1 Establo y lugar de descanso.

El establo se refiere al lugar donde los animales se mantienen durante unas horas al día, descansando y en algunas ocasiones alimentándose. En el caso de los sistemas semi estabulados, este periodo de descanso en el establo se localiza en la noche, dándoles a los animales un lugar donde refugiarse de la lluvia y el frío durante las noches, así como estar protegidos de delincuentes.

El diseño de un establo debe considerar el *espacio social necesario* para los animales. Este término hace referencia al espacio que el animal ocupa para estar cómodo, más allá del simple cubículo. En general, se reconoce que el espacio necesario por animal, es mayor a

aquel que este ocupa físicamente, ya que se requiere un área a su alrededor libre, en especial alrededor de su cabeza, para que no se generen molestias entre los animales, que puedan llevar a un aumento en la agresividad y competencia por el espacio libre.

En el caso de los cubículos, Fernández (2005) indica que este debe permitir que el animal ingrese y se eche cómodamente en él, además de permitir mantener la cama limpia y seca lo más posible. Por esto, debe definirse según el tamaño de la vaca.

Otro estudio, elaborado por Graves, McFarland & Tyson (2009), indica que cada cubículo debe dejar un espacio para el cuerpo, un espacio para la cabeza y un espacio para que el animal pueda levantarse y echarse con comodidad. Además, se necesita un tubo colocado en la división del área del cuerpo y de la cabeza, que evite que el animal ingrese en el cubículo más de lo debido, y así asegurar que las heces caerán al pasillo y no a la cama. La figura 1 muestra esta distribución y la necesidad de respetar estas áreas al construir los cubículos.

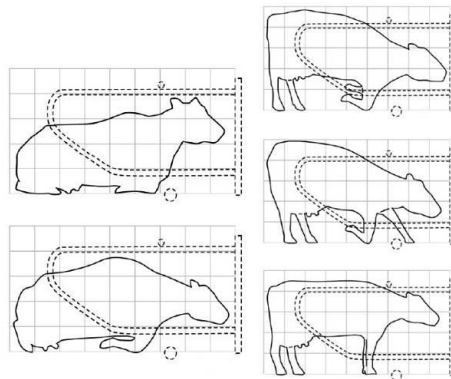


Figura 1. Diagrama de espacio en cubículo.

Fuente: Graves et al. 2009

A nivel constructivo, el cubículo cuenta con dos capas en su superficie, el contrapiso y el material de la cama (Fernández, 2005). El primero, se construye generalmente con concreto o tierra compactada, y es el que da la estructura al piso del cubículo. En la parte donde se coloca el cuerpo de la vaca, se coloca sobre el contrapiso el material de la cama, el cual tradicionalmente es aserrín, arena, colchones de hule, paja, entre otros, para que le brinden más comodidad al animal. El cubículo debe tener una pendiente de entre 2 y 5% y al unirse al pasillo debe haber una grada de entre 25 y 30 cm, que separe la cama del sitio donde caerán las heces de los animales. En la figura 2 se muestra un diagrama constructivo de un cubículo.

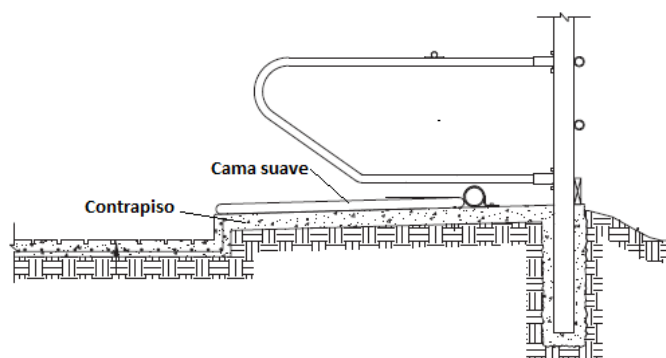


Figura 2. Diseño de un cubículo.

Fuente: Graves et al, 2009.

Además del cubículo, es importante destacar aspectos de los comederos y los bebederos. En el caso de los comederos, se recomienda que cada animal tenga uno propio, de for-

ma que puedan comer todos los animales al mismo tiempo y no luchen por llegar de primeros. No obstante, de tener ese sistema, se debe respetar el ancho mínimo de 1 m por vaca para asegurar su comodidad. Fernández (2005) indica que es necesario elevar entre 5 y 15 cm el comedero con respecto al nivel en el que están las vacas.

En el caso de los bebederos, el mismo autor recomienda colocarlos a 70 u 80 cm de altura, con un mínimo de 1 m. lineal por vaca, y preferiblemente 1 bebedero por cada 20 vacas.

En el caso del área de movimiento, el establo debe incluir no solo el área para los animales, sino también el espacio para movilizarlos, transportar carga, residuos, insumos, herramientas y demás. Gasque (2008) sugiere que se necesita mínimo un 10% de la superficie construida como área de movimiento.

El establo debe tener ventilación suficiente para eliminar contaminantes del aire y remover el exceso de humedad. La tasa de ventilación adecuada varía según las condiciones propias de la instalación, por lo que no existen referencias específicas de caudales de aire para cada situación. No obstante, la ASHRAE (2005) indica que el cálculo de la tasa de ventilación, se debe hacer según balances de humedad, calor sensible y concentración de contaminantes.

ASHRAE (2005), menciona que los contaminantes más comunes en instalaciones con animales son: 1) polvo generado por: el alimento, desechos o la misma piel y pelo del animal; 2) microbios; y 3) diferentes gases nocivos para animales y humanos como amoníaco y metano. Todos estos, es necesario eliminarlos ya que arriesgan al animal bajan su

rendimiento y pueden inclusive causarle la muerte, además de afectar el funcionamiento de los equipos y aumentar el costo de mantenimiento de máquinas.

En el caso de la humedad, sumado a la ventilación adecuada se recomienda tener pisos con pendientes que permitan evacuar el agua usada en la limpieza, recoger el agua de lluvia y canalizarla lejos del establo, así como drenar el suelo debajo del establo y a sus alrededores, además de dar una buena ventilación.

En la figura 3, se presenta una distribución en planta para 62 animales, en el que se colocan las vacas cabeza con cabeza, a lo largo de 2 líneas de cubículo. Esta distribución fue generada por Graves, McFarland, Tyson & Wilson (2006). En este caso, se recomienda que cada 15 o 20 cubículos se deje un paso transversal para movimiento de animales y personas. Además, 2 bebederos de agua de mínimo 1 metro de largo por vaca, por cada grupo de cubículos usados. Es importante destacar que este diseño se puede aplicar a ganadería estabulada amarrada, por lo que se indica en el diagrama el riel para amarrar, siempre y cuando se modifique la posición el bebedero, para que los animales amarrados tengan acceso al agua.

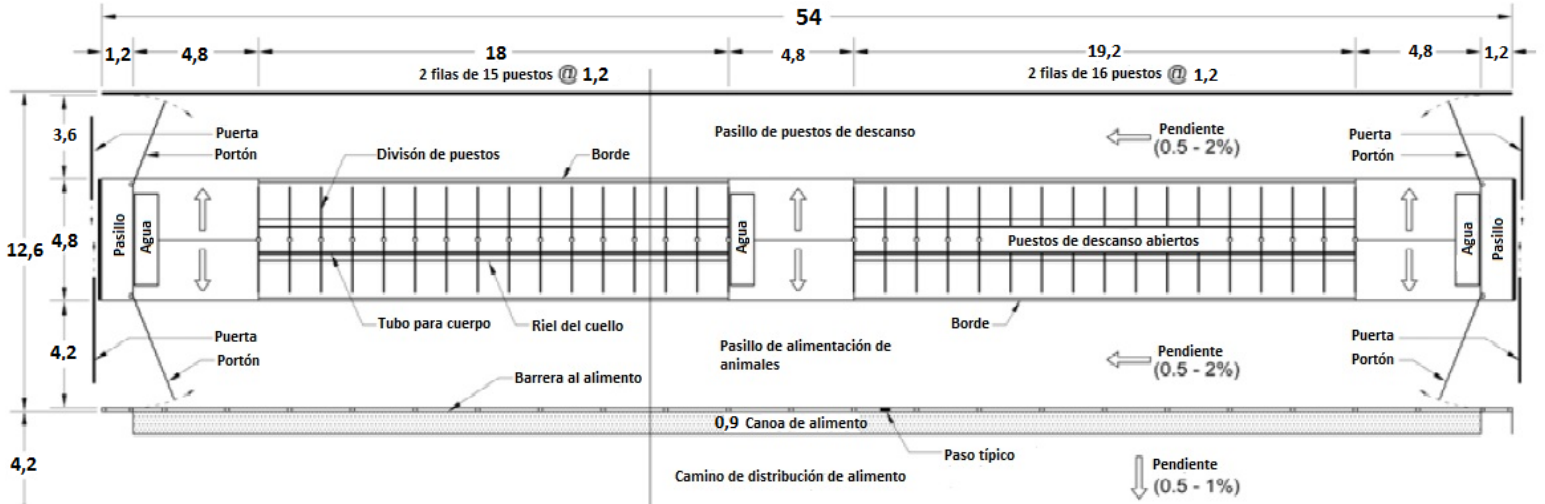


Figura 3. Distribución de estabulado libre para 62 animales. (Medidas en metros).

Fuente: Graves et al, 2006

En la figura 4, se muestra un corte al diseño de la figura 3. En esta se muestra una opción, con techo a 1 agua. Se puede notar como es necesario tener los cubículos elevados con respecto al nivel del pasillo, de forma que las heces del animal caigan en este y no ensucien en lugar de dormir. También, se recomienda dejar la cara abierta de la instalación; perpendicular a la dirección del viento predominante. Se aprecia también el drenaje en la caída del agua desde el techo, para evitar un exceso en la humedad.

El tipo de sala, se determina según la capacidad requerida, que es el “número máximo de animales ordeñados por operario y hora” (Fernández, 2005, pág 30), y que depende además de factores como la rutina de ordeño, nivel de automatización de la sala, el diseño de la entrada y la salida de las vacas a la sala, y la capacidad del operario.

Así, en la sala tipo tándem existen dos filas de espacios de ordeño, donde las vacas se colocan una detrás de otra como lo indica la figura 5. En este caso, se tiene una única salida la cual no afecta el movimiento de las vacas porque se liberan una por una (Reinemann, 2003). En general, 1 operario puede encargarse de entre 4 y 8 espacios. Si son 2 operarios puede manejarse entre 8 y 12 espacios. El mismo autor indica que este tipo de configuración, permite trabajar entre 7 y 8 vacas por espacio por hora, en caso de tener un alto nivel de automatización. El problema de este sistema, es lo costoso de expandir, aunque presenta la capacidad de convertirse en un sistema de espina de pescado o paralelo de forma fácil, aumentando así su capacidad.

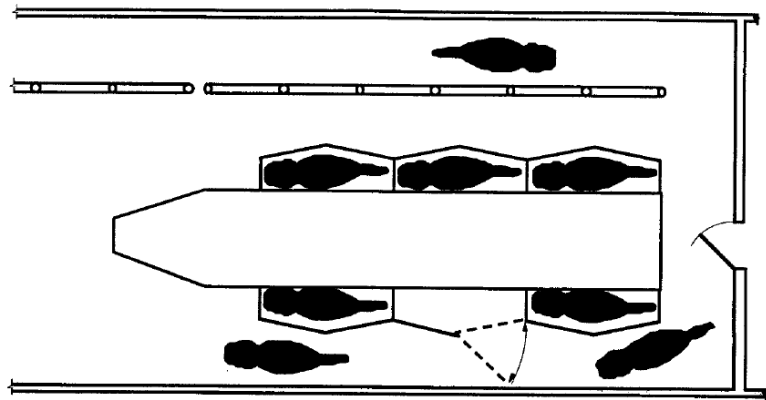


Figura 5. Sala de ordeño en tándem.

Fuente: Reinemann, 2003

Otro tipo de sala es la de espina de pescado. En este caso, las vacas se colocan en una plataforma elevada, con la cola hacia el centro de la instalación, y puestas una junto a otra formando un ángulo con respecto a la horizontal, esto permite alojar más vacas y tener fácil acceso a las ubres para colocar el sistema de succión de la leche (Reinemann, 2003). La figura 6 muestra un diagrama de este tipo de sala.

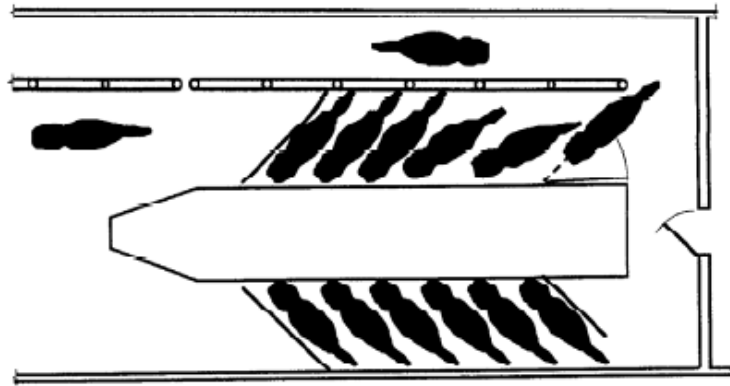


Figura 6. Sala de ordeño tipo espina de pescado

Fuente: Reinemann, 2003

El tipo paralelo es también común, y al igual que la espina de pescado, coloca las vacas dando la cola al sector del operador. El trabajador se coloca más bajo que el nivel del suelo de los animales, lo que facilita el trabajo porque evita que se tenga que agachar cada vez que conecta o desconecta el sistema de succión. En este caso, las vacas se colocan una junto a otra, de forma paralela, sin tener un ángulo con la horizontal como el caso anterior. La figura 7 muestra un diagrama.

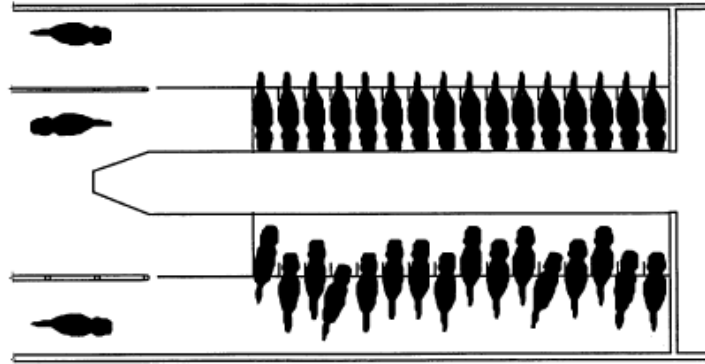


Figura 7. Sala de ordeño en paralelo

Fuente: Reinemann, 2003

En todos estos sistemas, los trabajadores están en una fosa que Kammel (2001) indica que debe tener aproximadamente 1 m de profundidad. En la figura 8 se muestra un corte transversal de estas salas de ordeño. En él se ve como se debe utilizar un riel para evitar que el animal se mueva hacia atrás, al igual que un riel que evite que patee o meta una pata en la zona del operario. También se puede colocar un sistema que evita la caída de excremento en la zona del operario.

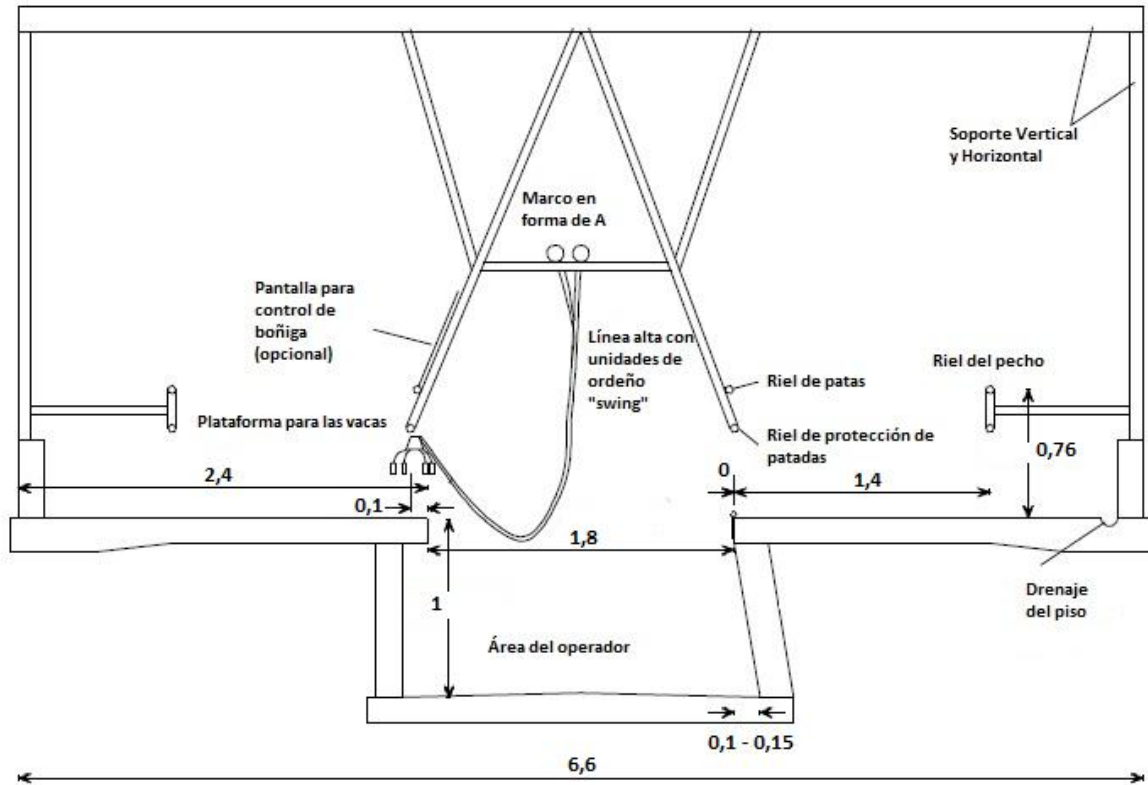


Figura 8. Corte transversal de sala de ordeño. (Medidas en metros)

Fuente: Kammel, 2001

Es importante destacar que estos sistemas necesitan las tuberías de transporte de la leche en la parte superior. En otro caso no son aplicables.

El otro aspecto importante de las salas de ordeño, es la sala de espera. En esta se alojan y concentran los animales que van a ser ordeñados, de forma que se agilice el proceso de ingreso y acomodo. Fernández (2005) recomienda que la sala de espera tenga capacidad de albergar entre 2 y 3 tandas de ordeño, o sea, 2 o 3 veces el número de vacas que se ordeñan simultáneamente. Para esto, se maneja un valor de $1,3 \text{ m}^2/\text{vaca}$ en la sala de espera. Se re-

comienda además que el suelo sea recubierto con concreto, el cual debe ser rugoso para evitar que el animal se resbale, pero a su vez debe permitir una buena limpieza.

2.2.3 Alojamiento de terneras y novillas

En el caso de las terneras, Fernández (2005) indica que aquellas que tengan entre 0 y 6 semanas de vida deben tener un alojamiento individual, de forma que se controle la salud de cada una por separado y se evite el contagio de enfermedades. Para esto, se pueden utilizar jaulas individuales (conocidas como cunas) con una superficie aproximada de $1,7 \text{ m}^2$.

Luego de las 6 semanas, las terneras pueden abandonar las cunas y vivir en grupos de animales similares según peso y edad, siempre manteniéndose bajo techo. De ahí hasta los 3 meses se alimentan con leche materna (o reemplazador de leche), además de forraje, para acostumbrarlas a alimentos sólidos (Fernández, 2005). A los 3 meses se destetan y desde entonces hasta los 12 meses se alojan agrupadas, aumentando el área desde $2 \text{ m}^2/\text{animal}$ hasta $4 \text{ m}^2/\text{animal}$.

En el caso de las novillas, el manejo varía según su edad. Los animales más jóvenes, tienen un manejo similar al de las terneras, siendo este principalmente estabulado, con periodos durante el día pastoreando separadas de las vacas adultas. A medida que crecen, el manejo pasa a ser más similar al de los animales adultos.

2.2.4 Cuarto de leche.

Es la instalación en la que se mantiene el tanque de refrigeración de la leche, y en el cual se almacena el producto obtenido hasta que el camión recolector de la empresa encargada llegue a retirar el producto.

Las características de dicho espacio, son especificadas por el Reglamento de Recibo de leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., por lo que son propias de los productores asociados a esta empresa. No obstante, las regulaciones presentadas son aplicables a cualquier cuarto de enfriamiento de leche.

Así, el Reglamento de Recibo de Leche (2010) establece que el cuarto debe ser independiente del área de ordeño y debidamente cerrado. Debe tener cielorraso, y en general todos los materiales y acabados deben facilitar la limpieza e higiene del lugar.

Las partes abiertas, para ventilación principalmente, deben tener cedazo para evitar la entrada de animales e insectos. Las puertas deben tener sistemas de cierre automático, y estar en buen estado para evitar la entrada de animales. La luz artificial no puede estar encima del tanque de almacenamiento. Además, debe tener una tina de lavado de equipo, así como un lavamanos, ambos funcionales, y en el caso del lavamanos que tenga dispensador de jabón y toallas desechables disponibles.

El piso debe tener 1% de pendiente, y espacio suficiente para colocar la manguera del camión recolector. Además no debe haber barro o excrementos que ensucien la manguera.

Es necesario contar con un cuarto de máquinas en el cual se coloquen las bombas, unidades de refrigeración y sistemas de agua caliente. Este cuarto debe estar separado del cuarto de ordeño, y debe tener buena ventilación que evite que suba la temperatura del cuarto y se reduzca la eficiencia de los radiadores. Además se deben evacuar gases producidos por los motores.

2.2.5 Patio de maniobras

El patio de maniobras se refiere al espacio en el que los vehículos hacen sus giros y movimientos alrededor de las instalaciones. Este debe ser capaz de permitir un movimiento fluido de los camiones más grandes que entren a la propiedad ya sea transportando animales, insumos y concentrado, o la propia leche.

“El tamaño y forma de un espacio para girar depende de los vehículos que lo utilicen” (Neufert, 1995), por esta razón, no hay una receta universal relacionada al diseño de patios de maniobra. No obstante, existen guías de los radios de giro mínimos para los vehículos según su tamaño, con lo cual se puede aproximar las dimensiones necesarias para que los camiones recolectores de leche puedan ingresar, acomodarse y cargar la leche, sin necesidad de maniobras complicadas o peligrosas.

Así, por ejemplo, el propio Neufert (1995), indica que un camión de 8 metros de largo y 2,5 metros de ancho, necesita un radio de giro mínimo de 8 metros. En el caso de un camión de 10 metros de largo y 2,5 metros de ancho, es necesario un radio de giro de 9,3 metros.

CAPÍTULO 3: Funcionamiento de una lechería típica

Si bien es cierto no existe una única manera de operar una lechería, es posible construir una descripción ilustrativa del funcionamiento típico de una (con sistema semi establecido), a partir de la experiencia de varias personas relacionadas al campo.

Para lograr esto, se realizaron entrevistas a personas íntimamente relacionadas al campo lechero, quienes aportaron formas de manejo de una finca lechera y a partir de ahí construir el diagrama de flujo tradicional, que describa los procesos que se llevan a cabo.

La primera persona entrevistada es la Ing. Agr. Zootecnista Marcela Andrade, del programa de transferencia tecnológica de la empresa Dos Pinos para el sector de Coronado, quien cuenta con amplia experiencia en el campo de las lecherías, ya que su trabajo consiste en visitar productores y asesorarlos en su quehacer diario.

La segunda es Carlos Salazar, Licenciado en Ing. Agr. con énfasis en Economía Agrícola de la Universidad de Costa Rica, y además Magíster en Gerencia Agroempresarial de la Universidad de Costa Rica. Él trabaja como economista agrícola en la Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica desde hace varios años, y por ende tiene una gran experiencia en el campo de producción de leche. Con la entrevista realizada brindó detalles del manejo lechero que se deben tomar en cuenta al diseñar espacios.

También, se entrevistó al señor Jorge Manuel González Echeverría, actual presidente de la Cámara Nacional de Productores de Leche, y dueño de una finca productora de leche.

3.1 Descripción del funcionamiento de una lechería típica.

Al ser una lechería con sistema semi estabulado, los animales inician su día en el establo, donde duermen hasta que deben asistir al primer ordeño, alrededor de las cuatro de la mañana. Ahí, se alimentan con pasto, concentrado o cáscaras de frutas como piña y banano. Es importante colocar el pasto encima de los demás productos, para obligar al animal a consumirlo, y no solo tomar el concentrado y las cáscaras.

Esta alimentación se realiza en el propio establo o en comederos especializados colocados antes de la sala de ordeño, según sean las condiciones de la finca. Es importante destacar que no se recomienda que las vacas coman durante el ordeño, por lo que esta primera alimentación debe hacerse previo a que ingresen a la sala.

Antes de ingresar los animales, el equipo de ordeño se debe desinfectar con cloro, haciendo un enjuague general ya que los equipos deben estar limpios desde el ordeño del día anterior.

Así, se sacan las vacas del establo en grupos o todas juntas, dependiendo si la finca cuenta con un corral de espera previo a la sala de ordeño donde algunos animales puedan mantenerse. A la sala de ordeño deben pasar primero las vacas recién paridas (con más de 5 días de lactancia), luego las vacas adultas sanas, continuando con aquellas vacas en calostro (con menos de 5 días de lactancia) y finalmente las vacas enfermas.

Las vacas en calostro son aquellas que tienen menos de cinco días de haber parido, y por ende están produciendo una leche espesa de gran importancia (inmune y nutricional) para la ternera. Esta se extrae luego de ordeñar las vacas saludables, utilizando el mismo

equipo de ordeño y desviando la leche hacia un recolector especial para luego llevarla a las terneras recién nacidas.

Una vez ordeñadas estas vacas, siguen las enfermas (generalmente con mastitis), igualmente utilizando el equipo de ordeño pero desviando el producto para que no contamine el tanque principal de leche. Es común que este producto se le de a las terneras, pero no es una práctica recomendable.

Los animales pueden venir sucios del establo, ya sea por boñiga acumulada en los cubículos y camas de hule, o por efecto de una cama suave mal manejada (muy húmeda principalmente). En el caso de que vengan las ubres de la vaca sucias, estas deben lavarse con agua fría (temperatura ambiente). Una vez limpias se presellan, sumergiendo cada pezón en una copa con yodo. Seguido se da el despunte, el cual consiste en obtener cuatro chorros de leche de cada pezón, y pasándola por un colador (preferiblemente de color negro) pequeño para detectar la presencia de grumos en la leche y por ende mastitis. En caso de tener mastitis, el animal debe retirarse de la sala y unirse al grupo de vacas enfermas, las cuales serán ordeñadas al final.

Con todos los animales colocados en sus posiciones, se colocan las pezoneras y se activa el sistema de bombeo, iniciando el ordeño mecánico. Este se mantiene hasta que el operario note que el flujo de leche que se está obteniendo se reduce. En algunos casos, los sistemas tienen un retirador automático, el cuál trabaja midiendo el volumen obtenido o el caudal en la manguera y determina el momento de cerrar el vacío y detener el ordeño.

Una vez cerrado el vacío, se retiran las pezoneras y se vuelven a sellar los pezones con yodo. Seguido de esto se envían las vacas a los potreros, donde estarán pastando la mayor parte del día.

Es muy importante que no haya presencia de otros animales en la sala (como perros, gatos, gallinas y demás). Además, se recomienda tener un drenaje desde la sala de leche hasta la sala de ordeño, el cual permita identificar un posible derrame del tanque de almacenamiento.

Este tipo de incidente es común, ya que al entregar la leche del tanque al camión recolector, el personal de la finca debe limpiar dicho tanque antes de empezar a almacenar leche de nuevo. En este proceso, es posible que se olvide de cerrar adecuadamente el tapón de lavado del tanque, y una vez que se inicie el ordeño, podría perderse mucho producto si el trabajador no se da cuenta a tiempo de la situación.

Una vez ordeñadas todas las vacas, se procede a limpiar a profundidad la sala y el equipo de ordeño, para que no queden residuos de leche. Estos se lavan con agua caliente, jabón alcalino-clorado, se enjuaga de nuevo con agua caliente y luego con ácido fosfórico. Finalmente se vuelve a enjuagar todo y se deja el equipo escurriendo. El agua caliente debe estar entre 40 y 75°C, y es común calentarla utilizando energía solar, lo que permiten un ahorro en el consumo de energía eléctrica. Luego se inician las labores complementarias, aprovechando que los animales se encuentran en los potreros.

Cuando se maneja un galerón como establo (pisos de concreto, cubículos para los animales), se debe limpiar los desechos con agua y canalizarlos hacia el sistema de tratamiento que se utilice, ya sea un biodigestor, tanques separadores de sólidos u otro sistema.

En caso de utilizar un invernadero, mientras los animales se mantienen en los potreros este se debe limpiar integrando los desechos de los animales con el sustrato del invernadero (tierra, aserrín, etc), generalmente con un rotocultor. Una vez realizado esto, se cierran las ventanas y paredes y se deja que el efecto invernadero aumente la temperatura interna, secando el suelo y matando microorganismos, con lo que se evita la propagación de enfermedades entre los animales.

En algunas lecherías se utiliza parte del día a la corta de pasto para alimentar los animales en la noche o al entrar a las instalaciones provenientes del potrero. Una vez cortado puede ser necesario picarlo (en caso de ser King grass). De ser pasto variedad estrella o kikuyo, los animales lo comen sin picar.

También, si existe la posibilidad de utilizar cáscaras (banano o piña) como alimento de los animales, se necesitan tolvas para almacenarlas. Para almacenar el concentrado es preferible utilizar un silo, y en caso de no tenerlo se almacena en sacos sobre tarimas de madera, en una bodega donde se evite el ingreso de roedores y aves.

Luego de aproximadamente 12 horas de estar en los potreros, las vacas se traen de vuelta a la sala para el segundo ordeño del día. Al igual que en el primero, los animales deben comer antes de ser ordeñados, por lo que deben ser trasladadas del potrero al establo o al comedero para que reciban su ración de concentrado, pasto y cáscaras de la tarde.

Una vez finalizado este proceso, y dependiendo la hora a la que se finaliza el segundo ordeño, las vacas se devuelven a los potreros durante unas horas más, o se llevan directamente al establo, para ser guardadas hasta el día siguiente, cuando el proceso inicie de nuevo.

3.2 Manejo de terneras.

Las terneras son los animales más jóvenes. Durante los primeros 3 meses de vida consumen leche de las vacas o un sustituto de esta.

Mientras consumen leche, se deben mantener en espacios separados unas de las otras, para evitar que se mamen entre ellas, por el reflejo natural de buscar su alimento en la madre. Esta práctica podría llevar a daños en las ubres una vez que sean adultas y reducir su productividad. Por esta razón, se mantienen en jaulas o corrales individuales. De ser jaulas, es preferible que sean elevadas para facilitar su limpieza.

La alimentación de las terneras se hace utilizando leche de las vacas o un suplemento a base de suero que simula una leche en polvo. Esta se prepara a 37°C aproximadamente y debe realizarse en un cuarto con buena iluminación, un calentador para el líquido, una romana y calculadora, de manera que se pueda ajustar la dosis y pesar la cantidad de polvo necesario para cada animal. Se puede acidificar con ácido fosfórico (debe realizarse con mucho cuidado). También puede usarse leche de vacas mastíticas, pero como se mencionó anteriormente no es recomendable.

Las terneras inicialmente rechazan el concentrado, pero este debe darse cuanto antes para estimular las papilas de los animales. Aproximadamente con una semana de vida ya se puede introducir este alimento, colocándoles un poco en el morro para que se empiecen a acostumbrar. Una vez que llegan a consumir un kilogramo de concentrado, se destetan e inician la alimentación con pasto. Esto se logra colocando un poco de heno en días previos

al destete, para que el animal se acostumbre a esa nueva comida y una vez que se le elimine la leche, esté acostumbrado a ingerir pasto y concentrado.

Una vez destetadas, las terneras pueden mantenerse en un corral o se envían a un potrero. De cualquier forma, se recomienda que haya un espacio techado donde puedan refugiarse de la lluvia o de la radiación solar directa. En caso de mantenerse en potrero, es necesario traerlas a sus comederos para que ingieran concentrado una vez al día.

3.3 Manejo de novillas.

El término novilla no tiene una definición única entre los productores de leche. Por ejemplo, Carlos Salazar las define como los animales de entre 6 meses de edad y el primer parto. Marcela Andrade, indica que novillas son aquellas que tienen entre 14 meses de edad y el primer parto.

Wattiaux (2011) indica que el término novilla se toma luego del destete en los animales, aproximadamente a los 6 meses y hasta los 11 meses, cuando se llaman novillas prepúberes. A partir de este momento siguen siendo novillas, las cuales según su edad pueden ser de servicio, preñadas o en preñez tardía. Otra definición la da Rojas (1992), el cual indica que novillas son desde el primer año de edad, hasta que son preñadas.

Según su edad, pueden mantenerse en instalaciones techadas todas juntas para detectar celos, o se mantienen en potrero separadas de las vacas adultas, y junto a las terneras

más viejas. De mantenerse en potrero deben llevarse a las instalaciones una vez al día para comer alimento balanceado.

Una vez que alcanzan los 14 meses de edad, se consideran novillas de monta, y se mantienen en el potrero con un toro esperando ser preñadas. En el caso de que la finca utilice la inseminación artificial, el animal debe pesar 380 kg si es de ser raza Holstein, o 250 kg en caso de ser raza Jersey.

Previo al parto, el animal debe unirse al grupo de vacas adultas, e inclusive entrar a la sala de ordeño aunque no esté dando leche todavía. Esto para que se acostumbre a la rutina y se disminuya el estrés que sufren al agregarse a la rutina inmediatamente después de parir. Además se reducen los roces entre animales por problemas de jerarquía dentro del grupo.

Una vez que tienen el primer parto, se consideran vacas primerizas, y necesitan una alimentación mayor para hacer frente a los cambios fisiológicos que viven.

3.4 Manejo de vacas secas.

Las vacas se secan aproximadamente dos meses antes del nacimiento de la cría, y en este momento se elimina el concentrado o se pasa a un concentrado de menor calidad, ya que el animal no estará produciendo leche. A estas se les brinda todos los días un concentrado especial para vacas secas, y 21 días antes del parto, se les da concentrado especial preparto.

La gestación dura nueve meses, y aproximadamente una semana antes del parto se ingresan a la paridera (sala de parto), la cual debe tener una cama suave, con acceso a agua y comida. La vaca se mantiene ahí hasta el día que tiene a la cría, momento en que se separan y la vaca vuelve al grupo de animales adultos. Una vez parida la vaca no debe pasar más de 100 días antes de la siguiente preñez.

CAPÍTULO 4: Marco legal para construcción de lecherías

Dentro de los aspectos teóricos necesarios para la creación de una guía con recomendaciones de diseño para lecherías, es de suma importancia incluir la legislación que rige la construcción y manejo de este tipo de infraestructura, de manera que no se incurra en propuestas que no sean legalmente viables.

De esta forma, se procede a describir algunas de las leyes y reglamentos que incluyen aspectos relacionados a las instalaciones como su construcción, ubicación, detalles de diseño o manejo de desechos.

Este capítulo busca ser una guía general de las leyes que se deben tomar en cuenta al hacer construcciones o ampliaciones de lecherías, y no necesariamente incluye todas las leyes y reglamentos involucrados, por lo que cada productor debe informarse de los requisitos específicos, en especial aquellos propios del lugar de la construcción como planes reguladores de cada cantón.

4.1 Ley General de Salud

La ley 5395 (1973) estipula en su capítulo 3, en el artículo 195, que “la tenencia de animales sólo será permitida cuando no amenace la salud o seguridad de las personas y cuando **el lugar en que se mantienen reúna las condiciones de saneamiento que exija el reglamento**, a fin de que no constituya foco de infección, criadero de vectores de enfermedades transmisibles o causa de molestias o de insalubridad ambiental”.

En este caso, la ley se enfoca a reglamentación para evitar la zoonosis (enfermedad que se transmite de animales a humanos), pero no profundiza en definir las características que las instalaciones deben tener.

4.2 Ley de Bienestar Animal

La ley número 7451 (1994), estipula en el capítulo II artículo tres, que los animales deben contar con condiciones básicas que aseguren su “satisfacción de hambre y sed, la posibilidad de desenvolverse según sus patrones normales de comportamiento, la ausencia de malestar físico y dolor, así como la preservación y tratamiento de enfermedades”. Estas condiciones básicas, están relacionadas directamente con las instalaciones en las que habitan y se desenvuelven dichos seres vivos, por lo que deben estar bien diseñadas para asegurar la comodidad del animal.

También en el artículo cinco del mismo capítulo, se exige a los propietarios de animales productivos que estos vivan, crezca y se desarrollen en un ambiente apropiado, enfatizando el bienestar animal y las condiciones apropiadas de vida de estos animales.

Es importante resaltar la responsabilidad de los productores de tener instalaciones adecuadas para el manejo de animales, ya que en el capítulo IV artículo 14 de esta misma ley, se indica que los “propietarios o poseedores de animales serán los responsables de velar porque se beneficien con la aplicación de condiciones básicas dictadas en esta ley”. Lo anterior representa una dificultad para el productor, porque la ley le adjudica la responsabi-

lidad de tener “instalaciones adecuadas”, pero no se define específicamente como deben ser para considerarse adecuadas.

4.3 Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal

En la Ley 8495 “Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal” de 2006, en el capítulo V artículo 56, se definen los establecimientos a los cuales el SENASA otorga o retira el Certificado Veterinario de Operación. Los establecimientos que requieren el CVO incluyen aquellos es donde se “elaboren, importen, desalmacenen, fraccionen, almacenen, transporten y vendan productos y subproductos de origen animal” (Ley 8495, 2006), entre los cuales se incluyen las lecherías.

El artículo 57 de la misma ley, define que el certificado veterinario de operación es “el documento otorgado por el SENASA, mediante el cual se hará constar la autorización, a fin de que la persona física o jurídica solicitante se dedique a una o varias actividades de las mencionadas en el artículo 56 de esta Ley” (Ley 8495, 2006).

En el artículo 58, se indica que el certificado podrá ser retirado si el SENASA “determina, previa inspección, que el establecimiento no cumple los requisitos sanitarios fijados para las actividades autorizadas”, lo que evidencia la importancia de un adecuado mantenimiento a las instalaciones, para evitar perder el permiso y tener que solicitarlo de nuevo.

Además, el artículo 78 indica que no contar con el certificado veterinario de operación representa una infracción a la ley, la cual es sancionada según el artículo 80, con una multa de una a cinco salarios base de un profesional licenciado universitario, y en caso que la in-

fracción produzca daños al ambiente, la salud de los animales o las personas, la sanción podría ser de cinco a veinte salarios base de un profesional licenciado universitario. También, en el artículo 89, se indica que el SENASA puede tomar medidas como el cierre temporal de los establecimientos y la cancelación del certificado.

4.4 Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación (CVO)

El decreto N° 34859-MAG “Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación”, en el capítulo II artículo 7, enumera los requisitos para solicitar el certificado veterinario de operación. Estos requisitos son:

1. Conocer la legislación y las medidas sanitarias y ambientales aplicables a la actividad o actividades solicitadas que desarrollará el establecimiento.
2. Que la información que contiene el formulario unificado es verdadera.
3. Que cuenta con procesos implementados de Emergencias Sanitarias y de Manejo de Desechos, de acuerdo a la reglamentación específica.
4. Declarar que cuenta con los siguientes permisos al día: Permiso de uso del suelo emitido por la municipalidad o concesión de uso emitido por la autoridad correspondiente, viabilidad ambiental emitido por el SETENA, autorización de descarga al Sistema de Alcantarillado Sanitario, en caso de ser una actividad que vierta al alcantarillado sanitario aguas residuales y no esté exonerado de la presentación del reporte nacional.
5. Comprobante de pago por concepto de solicitud de CVO, según lo establezca el Reglamento de Tarifas vigente del SENASA. En el caso de un establecimiento donde se llevan a cabo varias actividades, el SENASA otorgará un CVO por cada actividad.
6. Designar cuando la legislación aplicable a la actividad así lo ordene, un asesor permanente o regente. La frecuencia, el tipo y otras características del servicio serán definidas de mutuo acuerdo entre las partes y comunicadas al SENASA.
7. Copia de la cédula de identidad, o certificación registral o notarial de la personería y copia de cédula jurídica en caso de ser persona jurídica.
8. En caso que el establecimiento se ubique en una propiedad de un tercero, el interesado deberá demostrar mediante contrato de arrendamiento o declaración jurada del solicitante, en la cual se indique bajo que título posee, la autorización para operar la actividad o actividades sujeta al CVO.

El artículo 9, se refiere a la cancelación del CVO. En este se indica que “el SENASA cancelará el CVO, si determina que el establecimiento incumple con las medidas que dispone este Reglamento o aquellos que se dicten para regular actividades específicas, como participación en programas de enfermedades de combate obligatorio, de monitoreo, de vigilancia, de aplicación de buenas prácticas veterinarias, **bienestar animal** y reporte de enfermedad de denuncia obligatoria”. Esto evidencia la posibilidad de perder el permiso de funcionamiento, en caso de tener instalaciones que no aseguren la seguridad y comodidad de los animales.

También, en el capítulo V artículo 18, indica que ciertos establecimientos tendrán requisitos especiales para obtener el certificado. Esto en el caso de lugares que tengan volúmenes o condiciones de producción especiales que puedan impactar la salud pública, animal o el medio ambiente. Dichos establecimientos no se indican explícitamente.

Unido a este reglamento, se presentan 3 documentos importantes en los cuales se indican los pasos para optar por el CVO.

El primero, código DP-PG-001, indica el procedimiento para otorgar del CVO (Anexo B).

El segundo (código DO-PG-001-RE-003) indica los requisitos que se piden al solicitar el CVO según el tipo de actividad. Para las lecherías, dichos requisitos son la cédula del solicitante, uso de suelo municipal, servicio de agua apta para consumo y el plan de manejo de desechos sólidos y aguas residuales.

Finalmente la Guía Oficial de Evaluación código DO-PG-001-RE-005, muestra los datos que analizan los funcionarios del SENASA para otorgar el CVO (Anexo B).

En este último, el único apartado referente a las instalaciones es una casilla de SI/NO, en la cual el funcionario reporta si: “Cuenta con las instalaciones declaradas y acordes a las Necesidades de la actividad”. Esto evidencia la poca regulación referente a instalaciones para lecherías, ya que no se tiene una guía formal de evaluación y se deja la decisión a criterio del evaluador.

4.5 Reglamento de Recibo de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

La normativa propia de Dos Pinos para la entrega de leche, incluye reglas específicas para la instalación de las lecherías. Así, en el capítulo X, artículo 50, inciso a. se regula el galerón de ordeño, pero de igual manera no se establecen aspectos específicos de distribución de espacios.

A continuación se cita el artículo 50, inciso a.

“a. Requisitos del galerón de ordeño:

- 1. Área de ordeño, enfriamiento y bodegas provistas de techo, en buenas condiciones estructurales e higiénicas.*
- 2. Corrales de espera cementados o con materiales que cumplan funciones similares, en buenas condiciones y mantenidos higiénicamente.*
- 3. Las áreas aledañas a las instalaciones de la lechería deben mantenerse en condiciones de higiene y presentación aceptables.*
- 4. Contar con abastecimiento de agua potable, para la higiene de equipos.*
- 5. Contar con abastecimiento de agua caliente que permita obtener la temperatura de 50 grados centígrados al inicio del proceso de lavado requerida para la higiene general del equipo.*

6. *Animales ajenos a la lechería, (cerdos, pollos, patos, cabras, ovejas, entre otros) no podrán producir contaminación de ninguna clase en esta, ni a la leche.*
7. *Mantener control de plagas (insectos, arácnidos, roedores y otros).*
8. *Debe contar con drenajes que cumplan con adecuadas normas de higiene.*
9. *Manejo adecuado de desechos de agroindustria y desechos de lechería.*
10. *Establecer un plan de manejo de desechos de lechería (sólidos y líquidos).*
11. *Deberá contar con un servicio sanitario, debidamente instalado.”*

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., 2010

En el inciso b. del artículo 50, se dan los requisitos del cuarto de enfriamiento. En este caso sí se brindan ciertas reglas de construcción y diseño más específicas, que guían mejor la construcción de espacios. A continuación se cita dicho inciso del artículo 50.

“b. Requisitos del cuarto de enfriamiento.

1. *Independiente del área de ordeño.*
2. *Debidamente cerrado.*
3. *Materiales y acabados en buen estado, incluido el cielorraso, el cual debe garantizar la higiene del producto.*
4. *Las áreas de ventilación, deben estar protegidas con cedazo mosquitero.*
5. *Puertas en buen estado para que no permitan la entrada de animales, con un sistema de cierre automático.*
6. *Contar con luz artificial (eléctrica) debidamente ubicada, no debe estar sobre el tanque de enfriamiento, debe cumplir con la cantidad de luz mínima requerida.*
7. *Tina para lavado de equipo debidamente instalada con agua potable.*
8. *Lavamanos debidamente instalado con agua potable, dispensador de jabón y toallas desechables.*
9. *Piso cementado en buen estado, con desnivel adecuado de 1%.*
10. *Área cementada suficiente para colocar la manguera del recolector al cargar la leche.*
11. *Tanque de enfriamiento instalado y funcionando adecuadamente.*
12. *Solamente se permitirá unidades de enfriamiento con freón 22, u otras sustancias refrigerantes autorizadas.*
13. *Contar con un cuarto de máquinas independiente donde se ubiquen los motores del equipo de ordeño, unidades de refrigeración (separadas del tanque de enfriamiento), y sistema de agua caliente.*

14. *En cuanto a utensilios, únicamente puede haber jabones, desinfectantes, pascones, equipo de ordeño, cepillos, baldes, filtros y utensilios afines, en uso.*
15. *Equipo de ordeño debidamente instalado, para todos los asociados activos. Para toda nueva finca, reinicio de entrega, o nuevo asociado por comprar una unidad productiva, este requisito es de acatamiento inmediato.*
16. *Colocar visiblemente el Manual de Procedimiento de Toma de Muestras de Leche en Fincas.”*

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., 2010

4.6 Otras Regulaciones

Aparte de las leyes que se refieren a la construcción de instalaciones para lechería, es importante destacar la necesidad de que los productores consulten otros documentos que presentan regulaciones a aspectos complementarios de la instalación como tal, como el manejo de las aguas residuales o las zonas de cada cantón donde se pueden realizar este tipo de construcciones

4.6.1 Manejo de aguas residuales.

En la ley número 5395 Ley General de Salud, en el capítulo II artículo 278 se regula el manejo de desechos sólidos, incluyendo las operaciones ganaderas. En este artículo, se exige que dichos desechos sean “separados, recolectados, acumulados, utilizados cuando proceda y sujetos a tratamiento o dispuestos finalmente, por las personas responsables a fin de evitar o disminuir en lo posible la contaminación del aire, del suelo o de las aguas”.

En la misma ley de salud, en el artículo 281, se define que las empresas agrícolas “deberán disponer de un sistema de separación y recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos provenientes de sus operaciones”. Esto, en la medida que la canti-

dad de desechos sean demasiados para incluirlos en el sistema de recolección público, o no haya sistema público del todo en la comunidad.

También se incluye el reglamento número SENASA-DG-D-003-2010, publicado en La Gaceta N°204 del jueves 21 de Octubre de 2010 y que contiene los Lineamientos para la Aplicación de Purines.

En este reglamento, se autoriza el uso de los purines del ganado bovino para el riego por aspersión o por anegación en las áreas de pastoreo y corta de pastos de las fincas, y además se indican los criterios a seguir para realizar dicha aplicación, en términos de la creación de un plan de manejo de excretas, del volumen de excretas generado en instalaciones y en potreros, así como los nutrientes de dicha sustancia. También se incluyen aspectos del clima y tipo de suelo en cada finca, área requerida para cierta cantidad de purines a regar, selección del sistema de riego a aplicar y la selección de las áreas que serán regadas.

4.6.2 Planes Reguladores

Estos documentos presentan las reglas para la ubicación según uso del suelo, área de construcción máxima permisible, tratamiento de las aguas residuales de los procesos, distancias mínimas entre la construcción, caminos y cuerpos de agua.

En algunos casos, la regulación es referida a normas o reglamentos nacionales, y en otros casos presentan medidas propias de cada municipalidad. Por esta razón, no se incluye en este trabajo un análisis de cada plan regulador involucrado, ya que varían según el cantón en que se instale la lechería, lo que hace muy numeroso y variado el análisis, y en especial no presentan medidas ni recomendaciones específicas para el diseño de las

instalaciones, sino que se enfoca principalmente a ubicación de los edificios y tratamiento de desechos, lo cual queda al margen de los alcances propuestos en este informe.

No obstante, se exhorta a los productores en proceso de construir o remodelar instalaciones de lecherías, a consultar la reglamentación que indica el plan regulador de su cantón, para evitar problemas con la municipalidad previo o una vez que se hayan iniciado las obras de construcción.

4.7 Fuentes de información adicionales

Separándose del plano estrictamente legal, existen muchas organizaciones dentro y fuera de nuestro país que han desarrollado guías de manejo de fincas lecheras. Por lo general, estos se enfocan principalmente a las buenas prácticas en manejo de desechos o comodidad animal, y al igual que con las leyes vistas anteriormente, no presentan medidas concretas para el diseño de instalaciones.

Algunas de estas organizaciones se presentan a continuación, y se insta a los productores y encargados de lecherías, a consultar algunos de los documentos que ofrecen estas entidades en sus sitios de internet o sus oficinas centrales.

- *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)*. El OIRSA, en su Manual Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras para Centroamérica, Panamá y Belice, publicado en Mayo de 2007, presenta una serie de recomendaciones referentes a localización de instalaciones, espacios como sala de ordeño y bodegas

de concentrado, salud del hato, movilización de animales, suministro de agua, manejo de desechos, entre otros.

- *Dr. Temple Grandin*. En su sitio de internet, <http://www.grandin.com/>, la doctora Temple Grandin pone a disposición de los visitantes, gran cantidad de documentos y diseños para el manejo de animales principalmente en mataderos. En estos se puede encontrar gran cantidad de información referente a la comodidad de los animales dentro de distintas instalaciones, lo cual es perfectamente adaptable a las lecherías.
- *Cámara Nacional de Productores de Leche*. En la página web de la Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica (www.proleche.com), se pueden obtener datos tanto de manejo y diseño de instalaciones, como de información económica y legal que afecta al gremio de lecheros. Por ejemplo, se pueden observar los precios internacionales de la leche, o estar al día con datos climáticos que afectan las zonas donde se concentran las lecherías nacionales.
- *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)*. Este organismo nacional en conjunto con la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), creó en 2006 un manual llamado “Sistemas Intensivos de Producción Bovina, Manejo e Instalaciones”. Este se enfoca a la producción de ganado de carne en sistema semi estabulado, y repasa conceptos de alimentación, limpieza de espacios, aspectos sanitarios e instalaciones (pisos, comederos, bebederos, entre otros). En este manual sí se dan referencias concretas a detalles construc-

tivos de dichos espacios, sin llegar a un nivel de detalle suficiente para abarcar todos los aspectos en la instalación. Además siendo un manual para ganado de engorde, no se incluyen muchas instalaciones necesarias en las lecherías.

- *Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA)*. El SENASA en Julio de 2012 publicó el “Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche”. Este contiene referencias al manejo de la explotación lechera, guías de diseño y construcción de las instalaciones, higiene de animales y personal, administración y manejo de productos de uso veterinario, entre otras. En esencia, es muy similar al manual de OIRSA indicado con anterioridad, y por ende contiene las mismas limitaciones, ya que las recomendaciones de diseño y construcción suelen ser muy generales, sin especificar directamente dimensiones o materiales que aseguren la comodidad del animal, la duración de la obra o la eficiencia de los procesos que se lleven a cabo.

CAPÍTULO 5: Resultados y análisis de evaluaciones

En el presente capítulo, se analizan los resultados obtenidos a través de las evaluaciones aplicadas a las lecherías. Se divide el análisis según las variables estudiadas, iniciando con un cálculo preliminar, según la metodología descrita en el capítulo 1, del rendimiento de las fincas en ciertos aspectos específicos.

A los rendimientos estudiados se les realiza un pequeño análisis estadístico, el cual no es concluyente gracias a la poca cantidad de datos disponible para ciertas categorías (fincas que sólo trabajan con Holstein, por ejemplo). No obstante, los resultados del análisis de varianza se presentan porque vislumbran posibles futuras líneas de investigación.

5.1 Rendimientos.

La figura 9 muestra cómo varía la producción de leche por animal, según la raza en la finca y la provincia en que se encuentra.

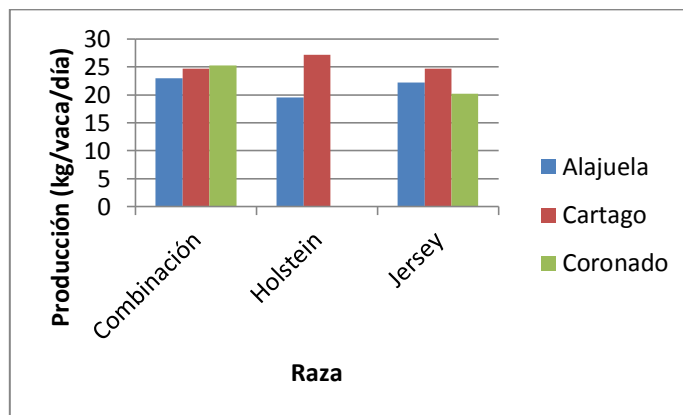


Figura 9. Producción de leche diaria por vaca según razas y provincias.

Se observa cómo las fincas con razas combinadas presentan rendimientos muy similares entre sí. Esto se confirma al realizar el análisis de varianza con la prueba de Tukey y un nivel de significación del 95%, ya que no se dan diferencias significativas ($p < 0,05$).

En el caso de las fincas con raza Holstein únicamente, aquellas en Cartago presentan una clara superioridad sobre las de Alajuela. En Coronado de las fincas seleccionadas no hubo fincas sólo con vacas Holstein. En este caso sí se dan diferencias significativas entre Cartago y Alajuela ($p < 0,05$).

Las fincas con Jersey únicamente, Cartago nuevamente muestra el rendimiento más alto, seguido por Alajuela y Coronado respectivamente. En este caso no se presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los valores de las fincas con combinaciones de razas pueden ser engañosos, ya que este análisis no pondera la cantidad de animales por raza en la finca. En ese caso, los resultados para las fincas con una sola raza son más confiables. En las fincas solo con vacas Holstein, donde se presenta una diferencia tan grande entre Alajuela y Cartago, se puede investigar más a fondo si existe una condición ambiental o de manejo que favorezca a los animales en un lugar más que en el otro.

La figura 10 muestra la producción de leche diaria por vaca según el tipo de instalación para descanso que utiliza cada finca.

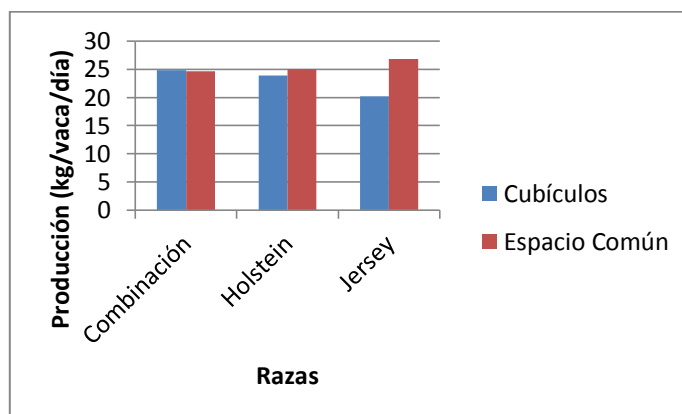


Figura 10. Producción de leche diaria por vaca según tipo de instalación de descanso.

Las fincas con razas mixtas o sólo Holstein no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) en su producción de leche según la instalación de descanso que usen. Aquellas que sólo tienen raza Jersey, sí presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), mostrando una clara mejoría al usar espacios comunes para el descanso (ejemplo los invernaderos).

Aparentemente, los animales raza Jersey ven afectada su producción dependiendo del lugar de descanso, lo que motiva a diseñar y construir correctamente las instalaciones, e investigar más a fondo qué aspectos son los que generan dichos cambios en la producción de leche.

La figura 11 muestra la variación en los tiempos de ordeño, según el tipo de sala de ordeño en cada finca.

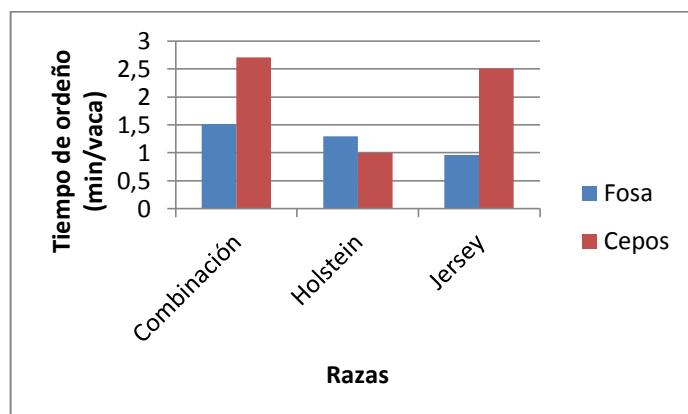


Figura 11. Tiempos de ordeño según tipo de sala.

Las fincas con combinación de razas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tiempos de ordeño, indicando tiempos menores en aquellas que utilizan una fosa. En el caso de fincas sólo con Jersey, se aprecian diferencias importantes entre el tiempo de ordeño al usar fosa o cepos, nuevamente mostrando tiempos menores en el caso de la fosa. Para fincas sólo con Holstein no se realiza análisis de varianza, ya que se cuenta con un solo dato para el caso de ordeño con fosa.

La figura 12 presenta la forma en que se utilizan las aguas de limpieza de excrementos en las lecherías visitadas.

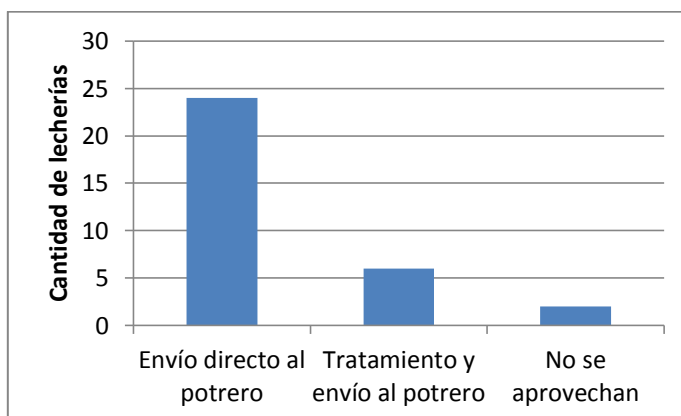


Figura 12. Disposición de las aguas usadas.

La figura anterior muestra que la mayoría de lecherías aprovechan sus aguas de limpieza enviándolas a los potreros para usarlas como fertilizante. No obstante, solo 6 le dan un tratamiento previo que consiste principalmente en lagunas de oxidación o tanques de separación de sólidos. Se mantienen 2 fincas que no aprovechan los excrementos como fertilizante.

La figura 13 muestra el aprovechamiento del agua de lluvia en las lecherías analizadas.

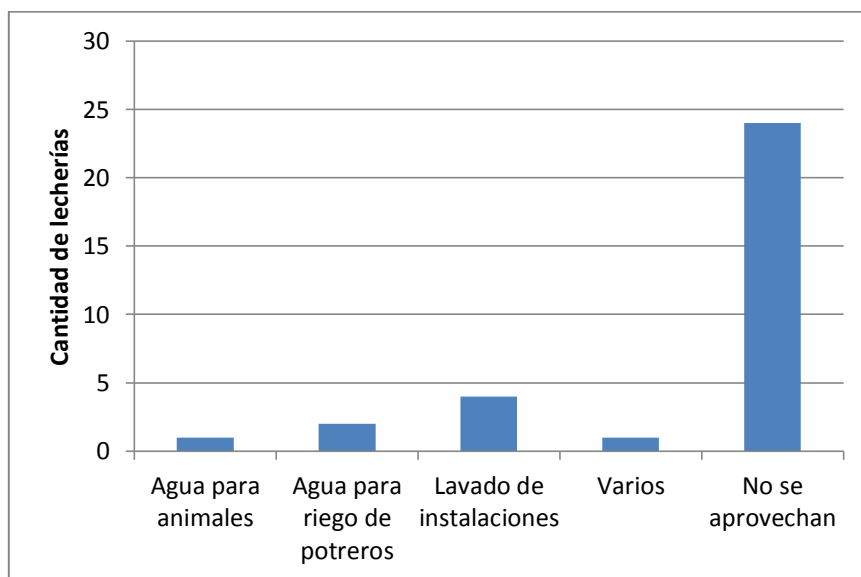


Figura 13. Aprovechamiento del agua de lluvia.

En la figura anterior se aprecia como la mayoría de fincas no aprovechan el agua de lluvia. Esto es una práctica que se debe cambiar, ya que la cantidad de agua llovida en los lugares donde se localizan las lecherías es alta, y puede ser utilizada en muchas labores, optimizando el aprovechamiento del preciado líquido.

5.2 Camino y Patio de Maniobras.

5.2.1 Ancho del camino

La figura 14 muestra los anchos de camino encontrados en las fincas visitadas.

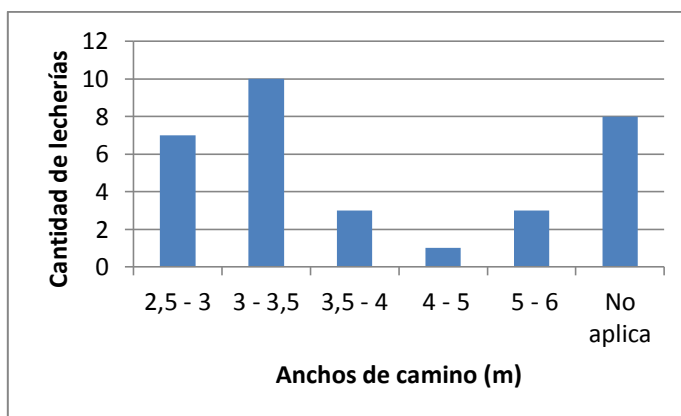


Figura 14. Anchos de camino de acceso a fincas.

Se observa que todas las fincas tienen caminos de acceso con el ancho suficiente para que el camión recolector de leche pase (2,8 metros). Las indicadas como “No aplica” se refiere a aquellas que por su cercanía a la calle pública, no cuentan con un camino interno propio.

Es importante destacar, que los caminos de entre 2,5 m y 3 m permiten el paso del camión recolector con muy poca libertad, por lo que se consideran problemáticos. De igual forma, según Neufert (1995), los caminos con menos de 5 m de ancho no permiten el paso seguro del camión y un vehículo liviano por lo que pueden generar problemas al encontrarse ambos vehículos de frente.

5.2.2 Material del camino.

La figura 15 presenta los materiales de camino utilizados en las fincas estudiadas.

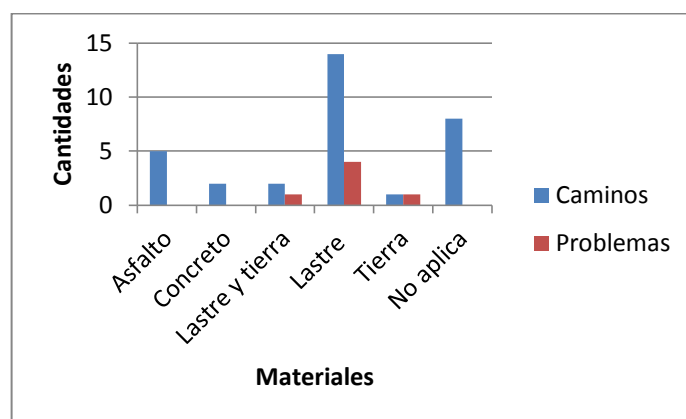


Figura 15. Materiales de caminos y problemas encontrados.

Se observa en la figura anterior, que la mayoría de fincas utilizan lastre como material principal de sus caminos. En 1 finca se utiliza un camino de tierra, y en 2 fincas se mezcla lastre y tierra. Es importante destacar, que aquellos caminos que utilizan tierra o lastre presentan problemas relacionados a aguas descontroladas. No sucede así con los caminos de asfalto o concreto.

Con una construcción adecuada el camino de lastre es completamente funcional (la cantidad de caminos en lastre con problemas es menos de la tercera parte del total estudiado), y es más barato que un camino recubierto gracias a la menor cantidad de materiales usados, por lo que puede ser una buena opción.

5.2.3 Cunetas

Todas las fincas visitadas carecen de cuneta al lado del camino para canalizar las aguas de lluvia. El efecto de este faltante se evidencia en los daños observados en la mayoría de caminos de acceso. Así, es de suma importancia construir caños que reciban el agua y la transporten de forma controlada hasta el punto de desagüe.

El diseño propio de las cunetas no se incluye en este trabajo, ya que implica muchas variables propias de cada finca específica, por lo que es imposible cubrir todas las posibilidades. Algunas de esas variables son la lluvia máxima del lugar, el área de aporte, la cobertura del área de aporte, el tipo de suelo, la pendiente, entre otras.

No obstante, se exhorta a los propietarios a consultar con un ingeniero agrícola o ingeniero civil, para realizar un estudio y diseño de las cunetas adecuadas para cada situación. Esto a pesar de significar una inversión inicial mayor, también representa un ahorro al largo plazo, ya que evita la necesidad de arreglar el camino cada vez que se inicia la época lluviosa.

5.2.4 Tamaño del patio de maniobras

La figura 16 muestra los tamaños del patio de maniobras encontrados en las visitas.

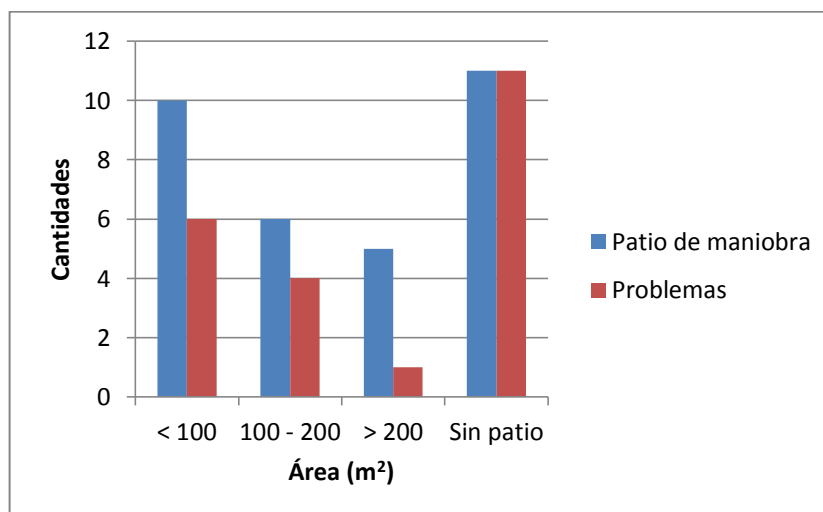


Figura 16. Área del patio de maniobras en las lecherías.

Como se observa, todas las fincas que no tienen un patio de maniobras definido presentan problemas. Esto porque obligan al camión recolector a ingresar en reversa hasta el tanque de leche, o a cargar el líquido desde la vía pública, incomodando el paso de los transeúntes.

Aquellas con un patio de maniobras de más de 200 m² son las que presentan menor cantidad de problemas. En caso contrario, las que tienen áreas con menos de 200 m², fácilmente presentan problemas para el movimiento del camión recolector de leche. No obstante, se observa como algunas, a pesar de tener patios de maniobra pequeños tienen una forma geométrica favorable, la cual permite realizar los giros cómodamente (por ejemplo con forma de L o de T).

Esta situación, unido a los resultados observados en las visitas, indica que más importante que el área del patio de maniobras es la forma. Por esto, siguiendo las recomendacio-

nes de Neufert (1995) se puede obtener un espacio cómodo para el movimiento del camión, que cubra un área mínima.

5.2.5 Material del patio de maniobras

En la figura 17 se resume los materiales usados para el patio de maniobras en cada finca.

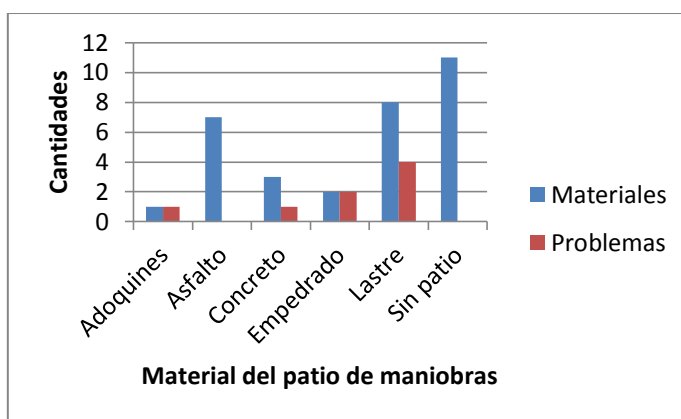


Figura 17. Materiales usados en el patio de maniobras de las fincas.

Se aprecia como los patios con adoquines y empedrados presentan problemas en todos los casos. Los patios de maniobra de lastre presentan problemas en la mitad de las visitas, pero se observa que en su mayoría se deben a un mal manejo del agua de lluvia. En el caso de los patios con asfalto o concreto, la cantidad de problemas observados es mínima.

Con esto, se aprecia como al controlar el agua de lluvia correctamente, dándole la pendiente indicada al suelo, colocando cunetas y desagües en los puntos adecuados, un patio de lastre puede ser perfectamente funcional y más barato que uno recubierto con asfalto

o concreto. No obstante, recubrir el lastre ayuda a controlar el polvo, y por ende reduce la suciedad que llega a las instalaciones.

5.3 Establo tipo galerón

5.3.1 Alto del galerón

Los resultados obtenidos de las visitas, indican que los galerones con más de 3 m de alto no presentan problemas. Únicamente un galerón mostró inconvenientes en esta variable y la altura del galerón es de 2,4 m en el parte aguas, lo que hace que en los bordes de la instalación el techo sea muy bajo e incómodo.

Para efectos de recomendación, no se puede extraer un resultado contundente de las evaluaciones realizadas, ya que en la gran mayoría de casos no se presentaron problemas y la gama de alturas analizadas es grande. Además, la altura del edificio se relaciona al flujo de aire para extracción de calor y humedad, y el movimiento de vehículos dentro de la instalación, por lo que sería necesario analizar cada caso específico para dar una recomendación acertada.

5.3.2 Material de las paredes

La figura 18 indica los materiales usados en las paredes de los galerones analizados.

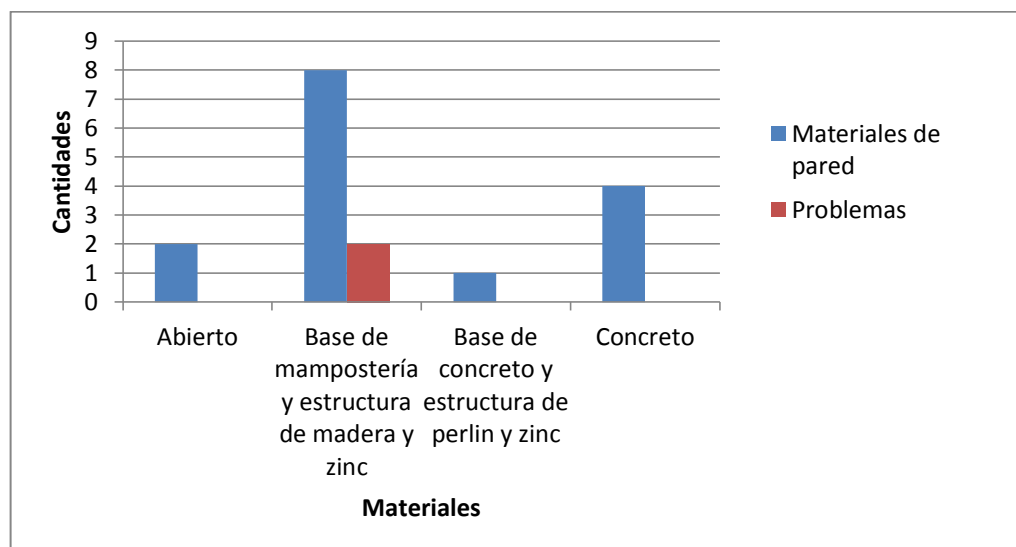


Figura 18. Materiales usados en las paredes del galerón

Como se observa en la figura anterior, únicamente las paredes de madera y láminas de zinc con una base de mampostería (block) presentan problemas en 2 lecherías. En todos los casos, dichos problemas se deben a falta de mantenimiento, y daños debidos a la corrosión que genera la humedad en las láminas de zinc desprotegidas.

También se aprecia como dos lecherías utilizan galerones abiertos. Esto se puede realizar únicamente si se cubre la cara o caras del galerón que reciben directamente el viento y la lluvia de forma predominante. Esto porque si se deja totalmente abierto, la parte interna de la instalación se humedece de sobremanera y trae problemas de propagación de enfermedades e incomodidad para el animal.

5.3.3 Material de pisos

En la figura 19 se resumen los materiales utilizados en los pisos de los galerones estudiados.

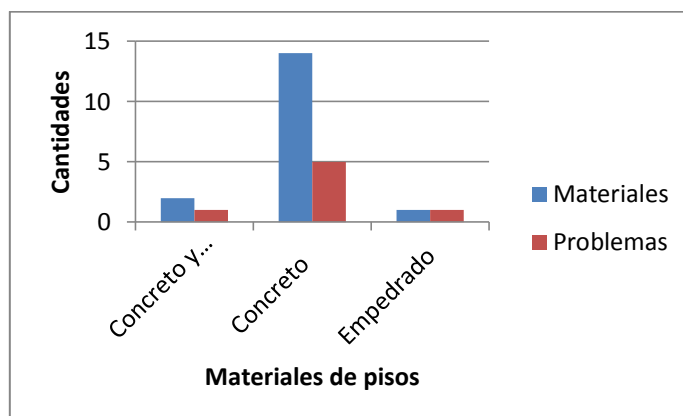


Figura 19. Materiales de piso del galerón

Como se aprecia en la figura anterior, la mayoría de galerones tiene el piso construido en concreto, por el cual transitan animales, personas y vehículos. Estos pisos presentan problemas, principalmente debido a una mala construcción, dejando pendientes inadecuadas que evita la evacuación correcta del agua y residuos, o utilizando repellos y capas delgadas de concreto que se rompen fácilmente.

En el caso de los pisos con adoquines o empedrados, presentan problemas al hundirse parte del piso, posiblemente debido a un mal suelo como contrapiso, lo que genera una superficie irregular que incrementa el riesgo para los animales de sufrir accidentes.

5.3.4 Dimensión de cubículos

La figura 20 muestra los resultados para el largo del cubículo de descanso.

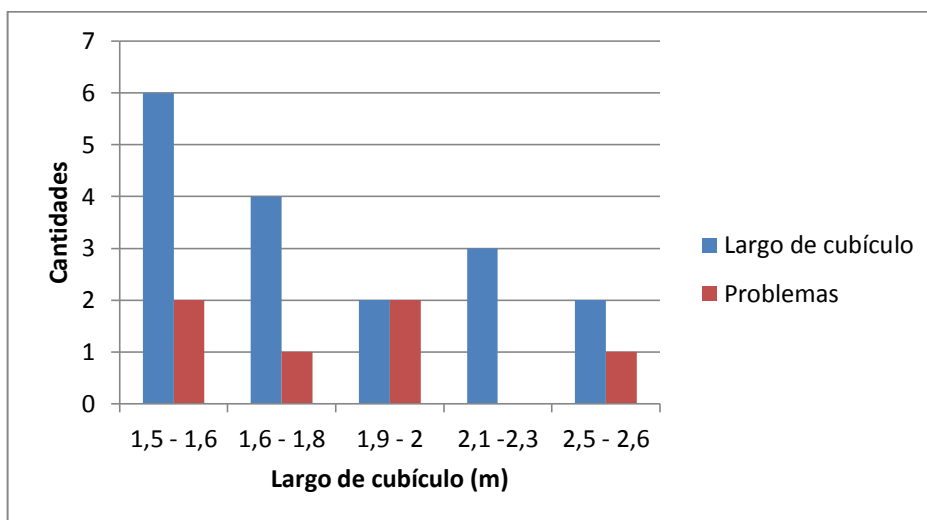


Figura 20. Largo de cubículo de descanso.

Como se observa en la figura anterior, en prácticamente todos los casos estudiados se reportan problemas con el largo del cubículo. Únicamente en los cubículos de entre 2,1 y 2,3 m de largo no se observó o reportó un mal funcionamiento.

Al analizar los datos con más detalle, se encuentra que los problemas reportados son muy variables dentro de un mismo rango, por ejemplo teniendo casos en que cubículos de 1,6 m de largo se reportan muy largos y en otros casos se reportan muy cortos. Esto puede deberse a la diferencia de tamaño entre los animales de la finca, sumado al hecho que en algunas lecherías los cubículos se han construido con medidas para raza Holstein pero terminan utilizándolos vacas Jersey.

De cualquier forma, los resultados de manera práctica no son concluyentes, gracias a esa alta variabilidad de criterios y de situaciones observadas.

La figura 21 muestra los resultados del ancho de los cubículos analizados.

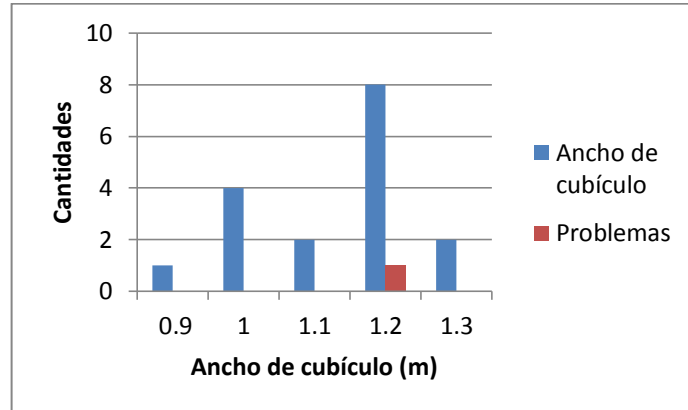


Figura 21. Ancho de cubículo de descanso.

Al igual que los resultados del largo del cubículo, no se logra una conclusión contundente relacionada al ancho del cubículo óptimo. Esto porque de todos los casos analizados, sólo 1 indica que es muy ancho y tiene problemas, lo que deja indefinido qué medida es la mejor.

La figura 22 resume los resultados obtenidos al medir la altura de la división entre cubículos.

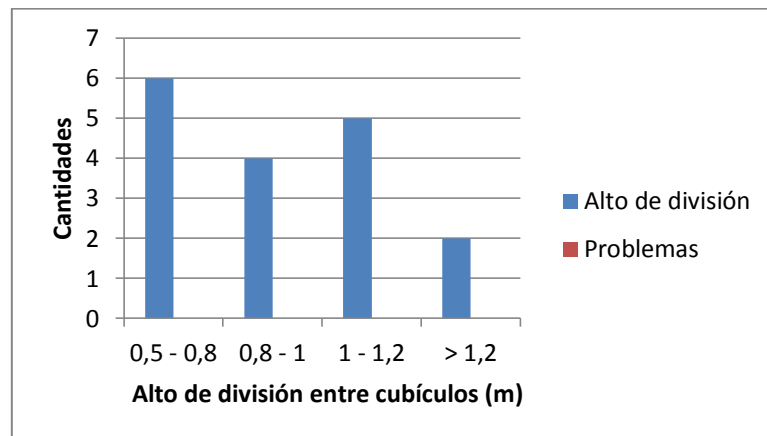


Figura 22. Altura de la división entre cubículos.

Al igual que los casos anteriores, debido a la falta de indicaciones negativas con respecto a una u otra medida en concreto, no se logra definir qué altura del divisor de cubículos es mejor para dar una recomendación.

La figura 23 muestra las alturas de grada encontradas en los cubículos analizados.

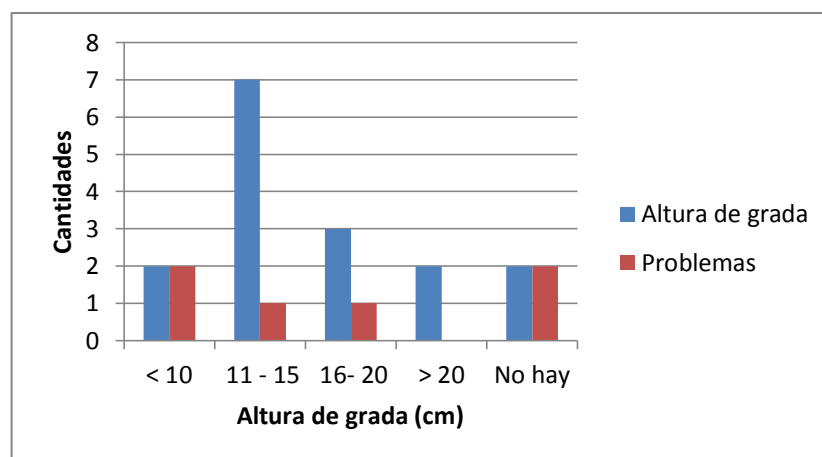


Figura 23. Altura de grada del cubículo de descanso.

La figura 23 permite observar como en los casos en que se coloca una grada de más de 20 cm, no se dan problemas con la caída de boñiga y el espacio donde se acomoda la vaca. Esto, concuerda con recomendaciones de la Universidad de Pensilvania, y es confirmado por uno de los productores visitados, el cual asegura haber realizado diferentes pruebas con gradas de distinto tamaño, y solo aquellas de más de 20 cm le permiten eliminar cualquier problema con la boñiga que el animal produce.

Dada la falta de resultados concluyentes en las variables referidas al cubículo de descanso, se decide tomar como referencia las medidas que indica Adams et al. (1995), que brindan medidas específicas según el tamaño de los animales, basados en años de estudios

y análisis del comportamiento y necesidades de las vacas. Estas medidas se presentan en el capítulo 6.

Sumado a esto, uno de los productores visitados indica que instalaciones recientemente construidas se hicieron con medidas de universidades estadounidenses (como Wisconsin y Pensilvania), y se han ajustado perfectamente a sus animales, tomando en consideración que se necesitan aplicar las medidas recomendadas para animales más pequeños, ya que las vacas de nuestro país son más pequeñas que las de Estados Unidos.

5.3.5 Material de cama

La figura 24 muestra los materiales usados como cama para las vacas en los cubículos.

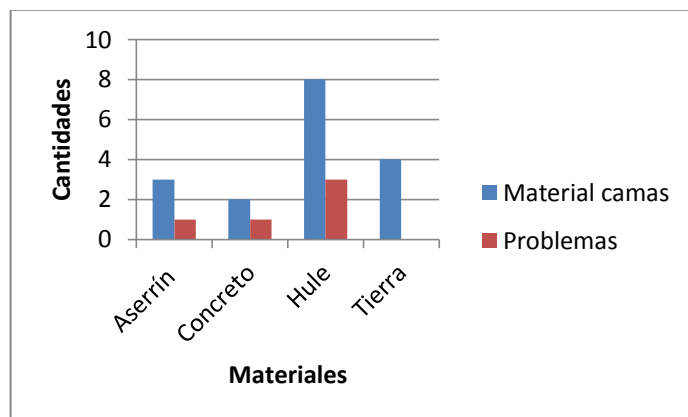


Figura 24. Materiales de las camas en los cubículos.

Como se observa en la figura anterior, el material más usado como cama para el animal es el hule. Estas “alfombras de hule” se colocan sobre el piso, que puede ser concreto o tierra y en general se fijan para evitar que el animal la corra. Se observa como se dan pro-

blemas con este tipo de cama, relacionados principalmente a la suciedad que se almacena debajo del hule, lo que complica la limpieza y actúa como refugio de bacterias.

El aserrín se utiliza mezclado con pasto y tierra, pero presenta el inconveniente de ser sacado con facilidad del cubículo, y requiere estar reponiéndolo constantemente. La misma situación se da con la tierra. En el caso del concreto, se recomienda utilizar algún material de cama, ya que si no se lastiman los animales.

5.3.6 Comederos

La figura 25 resume el ancho de los comederos en los galpones analizados.

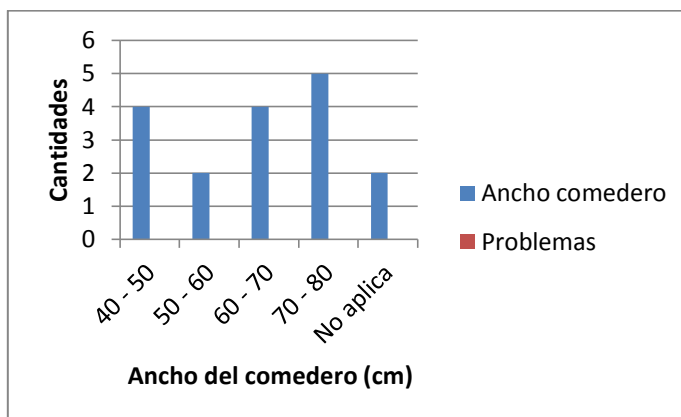


Figura 25. Ancho del comedero en los galpones.

Como se observa en la figura anterior, el ancho de los comederos utilizados en las fincas es bastante variable, y en ninguno de los casos se reportan problemas serios de funcionamiento. Con esta situación, se decide tomar la medida de 80 cm como la mejor opción, esto porque más galpones tienen comederos dentro del rango de 70-80 cm de ancho, y por en una de las visitas, se reportó que un comedero de 70 cm en ocasiones se vuelve

pequeño, y sería mejor un poco más ancho. Además, un valor de 80 cm se acerca al dato que Adams et. al (1995) indica de 90 cm de ancho de comedero.

Los comederos observados, en su mayoría están frente al cubículo. La altura del comedero varía, algunos están al nivel del cubículo y otros están más abajo. La forma también es muy variable, algunos son tipo canoa y se utilizan también como bebederos, otros son planos sobre el pasillo de circulación, lo cual facilita barrer restos del alimento.

Otro aspecto observado en las visitas, es que muchos productores colocan cerámica en el comedero, lo cual facilita limpiarlo y remover restos de concentrado o pasto que queden luego de la alimentación de animales.

5.3.7 Pasillo de circulación

El pasillo de circulación, se refiere a la zona por la que transita el vehículo o carrito con el que se reparte la comida a los comederos. Los resultados obtenidos para el ancho de dicho pasillo se resumen en la figura 26.

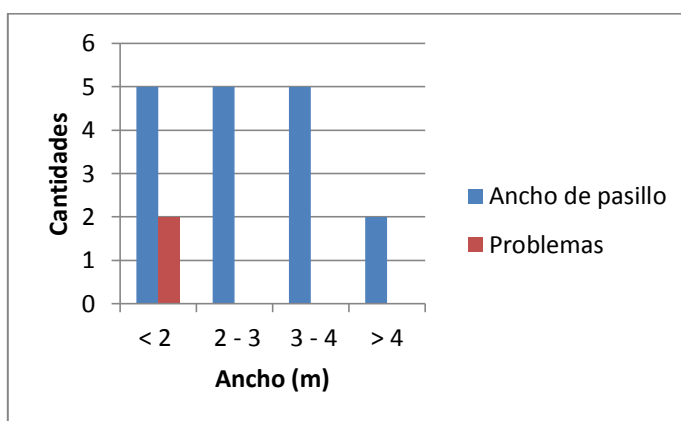


Figura 26. Ancho de pasillo de circulación.

Como se observa, aquellos pasillos con menos de 2 m de ancho presentan problemas en algunas ocasiones. Es importante destacar que el pasillo de circulación se considera problemático si no permite el flujo cómodo del trabajador y el vehículo de transporte de alimento (tractor o carretillo), por ende, según el tipo y tamaño de vehículo usado así es la necesidad de espacio.

5.3.8 Bebederos

Los tipos de bebederos utilizados en los galerones visitados se resumen en la figura 27.

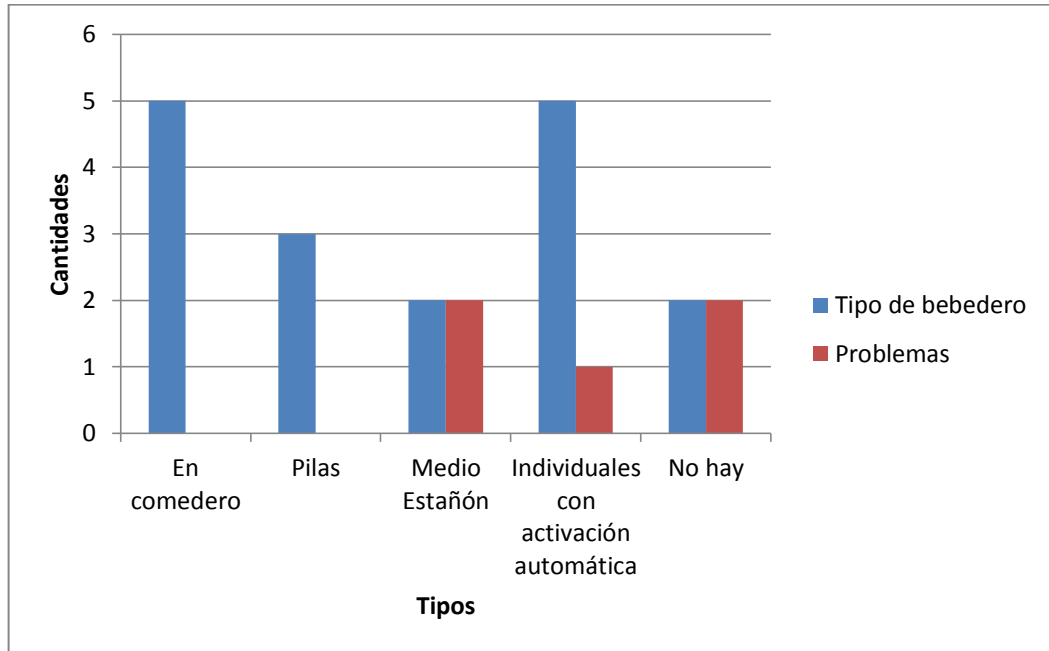


Figura 27. Tipos de bebederos utilizados.

Como se observa en la figura anterior, gran cantidad de productores colocan su bebedero en el mismo lugar que el comedero, o utiliza el mismo espacio para dar alimento y agua. Este sistema presenta la ventaja de proporcionarle al animal un lugar fijo donde tomar agua, sin tener que competir con otros animales para alcanzar el bebedero.

El otro sistema utilizado, es poniendo medio estañón o una pila con agua, y un sistema de boya para mantener el nivel constante del agua. Como se muestra en la figura este sistema puede presentar problemas, si la cantidad de bebederos no son suficientes o si están todos colocados en un mismo sector del galerón, ya que ciertas vacas dominantes pueden evitar que otras más débiles no lleguen al agua y se queden sin beber.

El otro sistema ampliamente usado, es colocando en cada cubículo bebederos individuales que generalmente son usados con caballos (figura 28) o cerdos. De las visitas, se tiene registro de diferentes productores que no recomiendan estos sistemas, ya que no necesariamente entregan el caudal de agua que necesita la vaca, o se acomodan a la fisiología del animal.



Figura 28. Bebedero para caballos en división entre cubículos.

5.3.9 Ventilación

Definir la ventilación adecuada del galerón, y en general de los espacios que componen la lechería, es una tarea complicada ya que depende de variables como el número de animales, el espacio en que se encuentran, las condiciones de temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento del lugar, entre otras. Por esto, para determinar el flujo de aire necesario o el tamaño correcto de las ventanas, es necesario hacer un análisis termodinámico del sitio específico.

Este estudio se basa en contabilizar la forma en que se “controla” la ventilación en cada galerón visitado. Estos resultados se resumen en la figura 29.

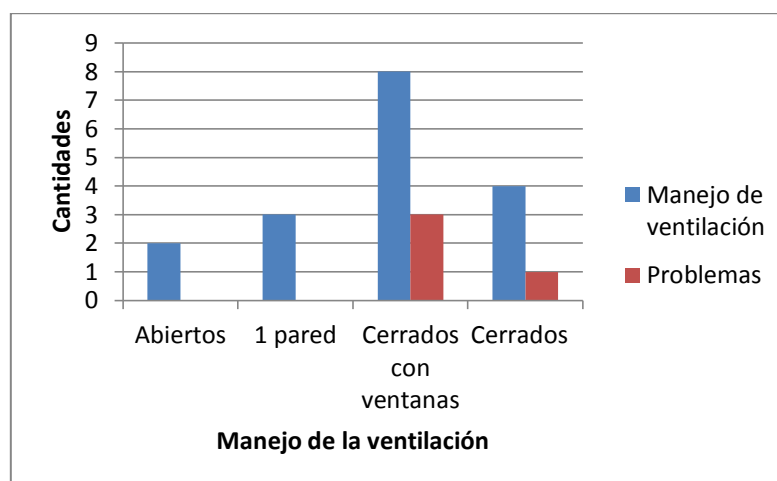


Figura 29. Manejo de la ventilación en los galerones.

Como se observa, la mayoría de galerones son cerrados y tienen ventanas, las cuales varían desde pequeñas y espaciadas a lo largo de las paredes del establo, hasta una abertura que incluye la mitad de la pared. Las aberturas pequeñas presentan problemas al no permitir

un flujo de aire suficiente y no mantener la temperatura en los niveles óptimos. En caso contrario, las aberturas muy grandes permiten la entrada de humedad del ambiente a la zona de descanso. No obstante, estas últimas evitan la acumulación de gases como amoniaco. Esto muestra lo complejo de definir el tamaño de ventana adecuada.

Otro caso son los galerones totalmente cerrados, donde el aire ingresa por las puertas de entrada y salida. En estos casos se reportan problemas con aumentos de temperatura principalmente al ingresar los animales.

Aquellos que son abiertos tienen problemas con la humedad relativa, la cual se eleva al ingresar aire con un alto contenido de vapor de agua. Esta situación se reduce, al estudiar los galerones abiertos pero que cuentan con 1 o 2 paredes totalmente cerradas, las cuales están perpendiculares a la dirección predominante del viento, y controlan el ingreso del aire húmedo al espacio.

La variable de ventilación es de suma importancia, pero por su complejidad y variabilidad no es posible dar una recomendación específica en este informe. Es necesario realizar más estudios enfocados a este aspecto, como balances térmicos en galerones para cierto número de animales en una zona geográfica específica.

5.4 Establo tipo espacio común (cama suave)

5.4.1 Alto del establo

La figura 30 muestra los resultados de la altura en los establos visitados.

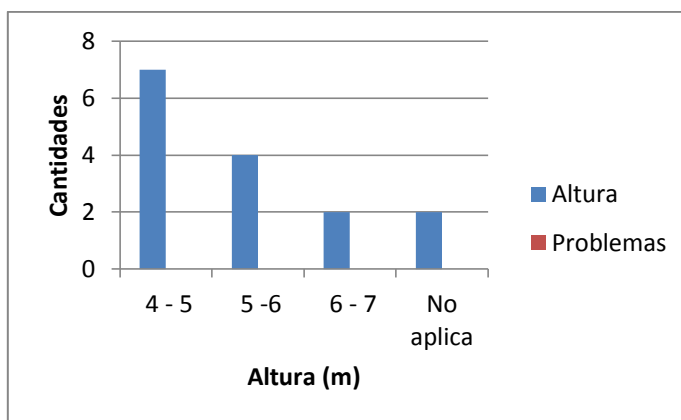


Figura 30. Altura del establo de espacio común

Como se aprecia, ningún productor reporta problemas con la altura del establo, los cuales en su mayoría son invernaderos. En este caso, la mayoría utiliza instalaciones de entre 4 y 5 m de altura. Se presentan dos casos en que por condiciones propias de la finca y del día de la visita no se pudo tomar la medida. En el caso de los invernaderos, la altura de la instalación debe definirse al estudiar el comportamiento termodinámico del lugar, lo cual se sale del alcance de este informe, pero se presenta como una línea de investigación que debe abordarse en un futuro cercano.

5.4.2 Material de la pared

Los materiales de las paredes en los establos se resumen en la figura 31.

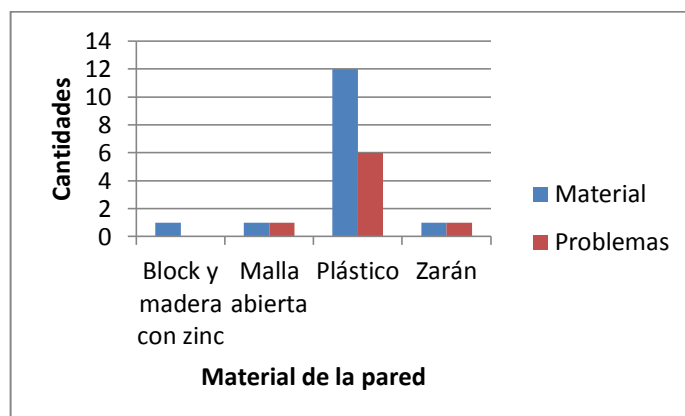


Figura 31. Material de la pared en los establos.

Se observa que aquellos que tienen paredes de malla o zarán, sufren de problemas en época lluviosa, ya que no se logra evitar que el agua ingrese al establo y moje el interior de la instalación. En el caso de la finca que utiliza una base de block y estructura de madera con láminas de zinc, no presenta problemas pero sí tiene la característica de ser la pared con mayor costo económico de construcción de todas.

Como se espera, al ser la mayoría de establos invernaderos, el material de las paredes es plástico. En este caso se presentan muchos problemas con roturas por efecto del viento, así como suciedad que evita la entrada adecuada de luz y radiación. Esto evidencia que dichos problemas se pueden arreglar con una adecuada colocación del plástico, y un buen programa de limpieza periódica.

5.4.3 Material de pisos

En el caso de los establos de espacio común, debido que la mayor parte del piso es la cama suave sobre la que los animales se echan, al hablar de material de piso se hace refe-

rencia a las partes distintas a dicha zona de descanso. Por ejemplo, pasillos de circulación de vehículos, zonas cercanas a comederos, entre otras.

La figura 32 indica los materiales usados para el piso en dichas zonas.

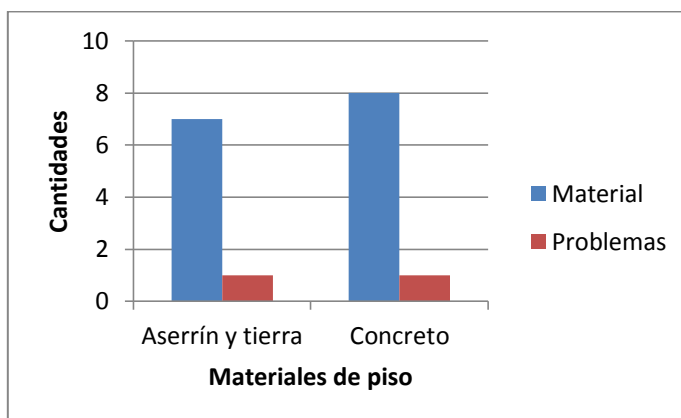


Figura 32. Materiales del piso distinto al de la zona de descanso

Como se observa en la figura anterior, prácticamente la mitad de los establos utilizan pisos de concreto para zonas como pasillos de circulación de vehículos. Sólo hay un caso con problemas, el cual es de mala pendiente por lo que drena mal el agua, pero esto es un detalle constructivo, más que de diseño.

Los demás establos utilizan el mismo piso de cama suave en sus zonas de comederos o pasillos de circulación. Esto es funcional en la medida que la superficie se mantenga seca y compacta en esas partes. De no ser así, se generan problemas con el paso de vehículos o animales.

5.4.4 Material de camas

En la figura 33 se indican los materiales usados en la cama suave de los animales, en los distintos establos visitados.

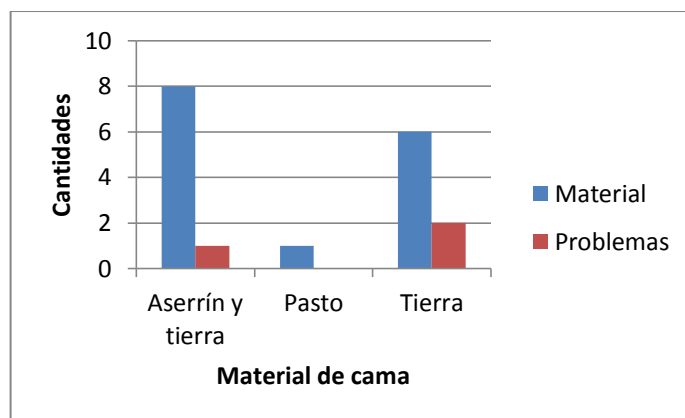


Figura 33. Material de cama en establos de espacio común.

Como se observa, la mayoría de fincas utilizan mezclas de tierra y aserrín (puede usarse granza de arroz o bagazo hidrolizado). Este último para mantener la cama seca y controlar las poblaciones de microorganismos que puedan afectar a las vacas. En otros lugares, se cuenta con una cama de sólo tierra, pero esta era más propensa a estar húmeda, por lo que no es recomendable. En un caso se observó una cama de pasto, pero este es fácilmente removido por las vacas, dejando el concreto expuesto e incomodando a los animales.

En términos generales, en todas las visitas se encuentra que más que el material de la cama, lo importante es el manejo que se le dé, buscando siempre que se seque durante el día para que cuando los animales ingresen no tengan problemas de enfermedades o dificultad para caminar.

Este manejo difiere de finca en finca. En algunos, se utiliza un rotocultor para incorporar la boñiga y la tierra, soltando además el suelo para facilitar el secado. Esto se logra con el aumento de la temperatura ambiente a lo largo del día, y en el caso de usar invernadero con el calor retenido al cerrar ventanas durante las horas más calientes.

Otra forma de manejarlo es paleteando. Esta práctica consiste en esparcir la boñiga por la cama suave con ayuda de una pala o una paleta de madera, y dejándola ahí para que se seque. No se incorpora al suelo como tal, sino que solo se evita que quede concentrada en un solo punto, lo que facilita el secado.

En otros lugares, se saca con pala la boñiga del establo y se reparte en potreros o se le da otros usos. En este caso la práctica es mucho más laboriosa, y solamente logra remover la materia más húmeda que se genera cada noche dentro del establo.

5.4.5 Comederos

En la figura 34 se resumen los anchos del comedero en los establos visitados.

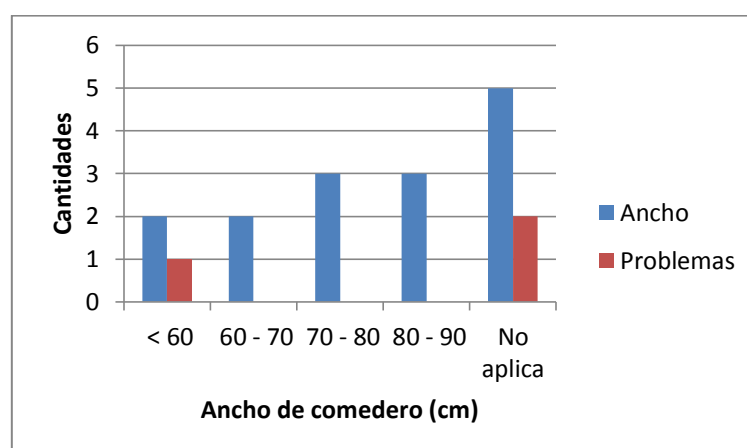


Figura 34. Ancho de comederos en establos de espacio común

Como se observa, comederos de menos de 60 cm presentan problemas, especialmente porque los animales lanzan el alimento fuera del comedero, y se tiene que invertir tiempo devolviendo el alimento para que se aproveche. Con más de 60 cm ya no se presenta dicho problema.

En los casos indicados como no aplica, se refiere a lugares que no tienen comederos como tal, sino que colocan el alimento en el piso, o utilizan comederos fuera del establo, principalmente en salas especializadas previo al ordeño. También se dan casos en que el comedero es medio estañón. En estos últimos se presenta el problema cuando no se utilizan cepos, dado el poco espacio para que varios animales coman al mismo tiempo y la competencia que se genera entre vacas.

En la figura 35 se muestra el tipo de comedero usado en las fincas.

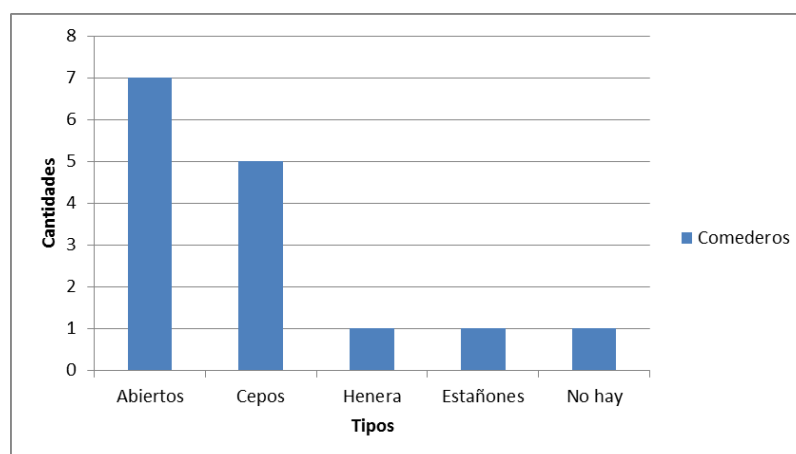


Figura 35. Tipos de comedero utilizados en establos de espacio común

La mayoría de establos utilizan el comedero abierto, el cual se refiere a los que están sobre el pasillo de circulación y no tienen divisiones para cada animal (figura 36), de forma

que el animal se acomoda donde quiera. Este sistema presenta la ventaja de ser sencillo de operar, y le da comodidad al animal ya que este come en su posición natural. No obstante, tiene la desventaja de no controlar la competencia entre animales, y se pueden dar casos en que algunas vacas roben alimento a otras.



Figura 36. Comederos abiertos

El otro sistema muy utilizado son los cepos (figura 37). En este caso se utilizan mucho en salas de alimentación previas al ordeño. El cepo tiene la ventaja de restringir el movimiento del animal y evita que las vacas dominantes roben alimento a las otras. Es importante dimensionar bien el cepo, ya que en caso de ser pequeño puede lastimar el cuello de la vaca.



Figura 37. Cepos en comederos

Un caso especial observado, es la henera (figura 38). En este caso, se tiene una especie de jaula donde se coloca heno, y al ser construida con malla electrosoldada, los animales lo pueden sacar fácilmente. Se coloca en alto y bajo la jaula se puede poner una canoa, para recibir el pasto que caiga y sea aprovechado por los animales.



Figura 38. Henera en instalación de descanso

5.4.6 Pasillo de circulación

La figura 39 indica los valores obtenidos en el ancho del pasillo de circulación.

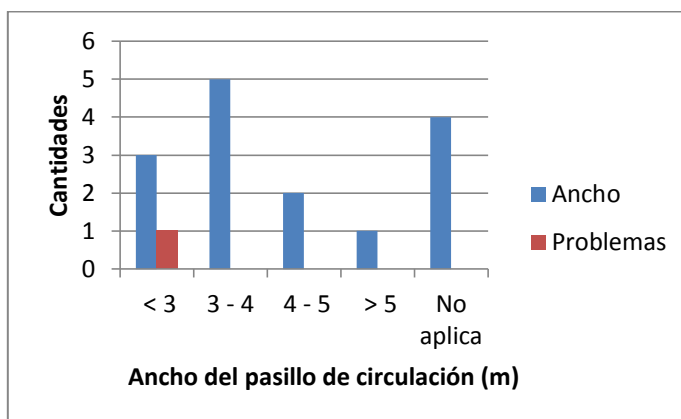


Figura 39. Ancho del pasillo de circulación en establos de espacio común

Como se observa en la figura, los pasillos de menos de 3 m de ancho presentan problemas en ciertas ocasiones, siendo estos muy angostos para el paso del vehículo que reparte el alimento. En los demás casos no se reportan inconvenientes. Esto se debe principalmente a que el ancho del pasillo depende de la forma en que se reparte el alimento, por lo que puede ser un pasillo angosto e igualmente ser útil.

5.4.7 Bebederos

Se analizaron los tipos de bebederos que se usan en los establos de espacio común en las fincas visitadas. Los resultados se muestran en la figura 40.

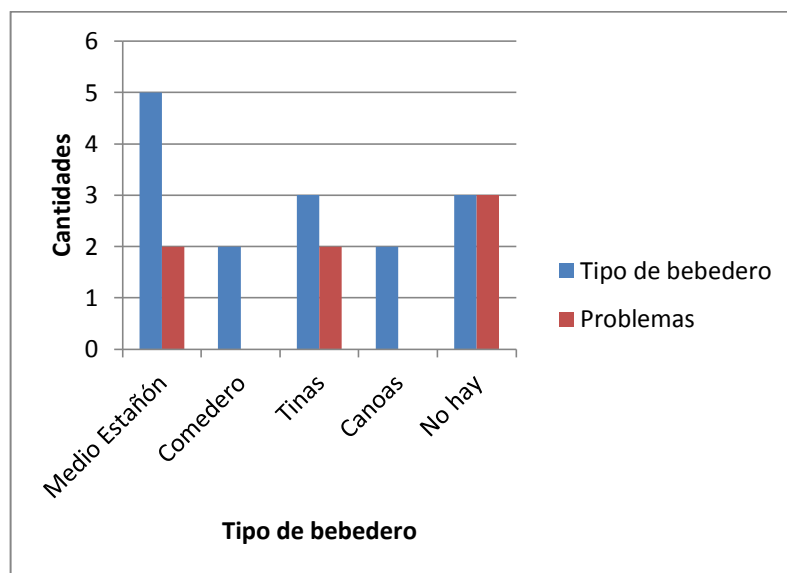


Figura 40. Tipos de bebederos en establos de espacio común.

Como se observa en la figura, la mayor parte de las fincas utilizan medio estañón como bebedero. Estos presentan problemas, especialmente porque se colocan pocos estañones en el establo, lo que reduce el espacio para que los animales tomen agua cómodamente. También afecta tener pocos puntos para beber, propiciando que los animales dominantes tomen control del bebedero y no permitan a los más débiles acercarse.

3 fincas utilizan tinas para mantener el agua. Estas presentan problemas similares a los vistos con los estañones. Además, en 1 caso se observó un problema de movimiento del agua, la cual se mantenía estancada permitiendo el crecimiento de algas y otros organismos.

Las otras fincas utilizan canoas o el mismo comedero para dar el agua. Este sistema no presentó problemas, pero sí implica una inversión mayor al construir canoas o adaptando los comederos para funcionar como bebederos.

5.4.8 Ventilación

La figura 41 presenta el tipo de ventilación que utilizan los establos de espacio común estudiados.

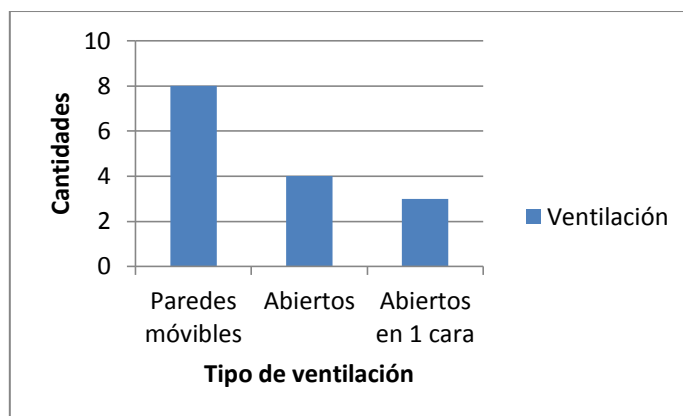


Figura 41. Tipo de ventilación presente en los establos de espacio común

Como se aprecia, la mayoría utiliza el sistema de mover las paredes y dejar abierto el paso del aire. Como la mayor parte de estos establos son invernaderos, la instalación trae la opción de elevar el plástico y abrir dichas ventanas.

Otras instalaciones no tienen paredes o mantienen siempre 1 o 2 caras abiertas. Este sistema, como se vio con los establos de galerón, mantiene una buena ventilación pero puede generar problemas con la humedad y la velocidad del viento dentro de la instalación.

5.5 Sala de ordeño

5.5.1 Sistema de trabajo

Las salas de ordeño visitadas se dividieron según el sistema de trabajo que utilizan, ya sea con fosa de ordeño, colocando las vacas en cepos, o utilizando algún otro sistema. Los resultados se resumen en la figura 42.

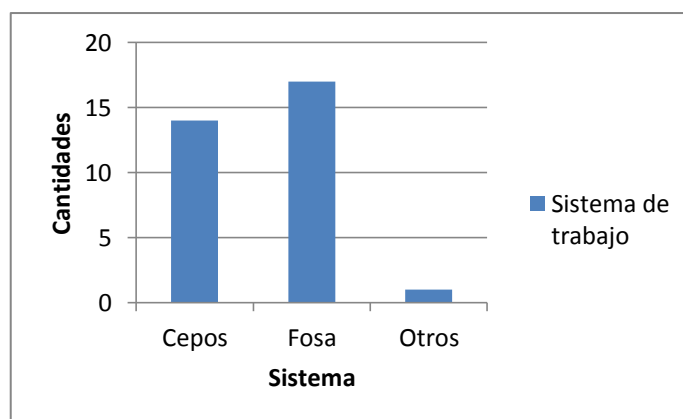


Figura 42. Sistemas de trabajo para el ordeño.

Como se aprecia, la mayoría de fincas utilizan un sistema de ordeño con fosa, el cual brinda comodidad a los trabajadores, los cuales no deben agacharse para conectar el sistema de vacío.

La otra gran parte de las lecherías, utilizan cepos para colocar a los animales y realizar el ordeño estando el trabajador y la vaca al mismo nivel. Este sistema en términos generales es más incómodo porque obliga a agacharse para conectar y desconectar las pezoneras. Además, en la mayoría de casos tienen un número reducido de pezoneras, por lo que hay que estar cambiándolas de cepo para ordeñar todos los animales, o en caso contra-

rio, mover los animales a los cepos con capacidad de ordeño, lo cual hace más laboriosa la tarea.

En uno de los casos, se utiliza un sistema similar a la fosa, en el que se hace subir a los animales a una plataforma elevada, para lograr la diferencia de nivel entre la vaca y el personal. De esta forma, se logra el efecto de la fosa, pero obligando al animal a subir a la plataforma, la cual en el caso estudiado, tiene un rampa de entrada y de salida muy inclinada que se reportó provoca problemas con el movimiento del animal.

5.5.2 Dimensión de la sala

Medidas de largo y ancho de la sala no se incluyen en el análisis, ya que el ancho queda definido por el ancho de la fosa, el tamaño de los cubículos o del espacio donde se colocan los animales y el ancho de los espacios para el tránsito de trabajadores. El largo a su vez, se define según la cantidad de animales que se desean ordeñar a la vez. Estas características hacen que el área funcional de la sala de ordeño sea muy relativa a las necesidades y gustos de cada productor. En términos generales, la mayoría de lecherías visitadas tienen una relación de vacas ordeñadas/casilla de ordeño de entre 3 y 6. Esto significa que se tiene una casilla por cada 3-6 vacas.

Los resultados obtenidos en el caso del alto de la sala (medida desde el nivel donde se colocan los animales), se indican en la figura 43.

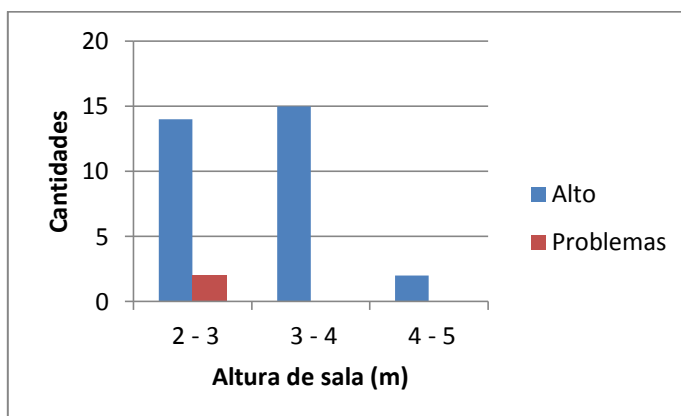


Figura 43. Altura de la sala de ordeño

Como se observa, se ven algunas salas de ordeño con una altura de techo de entre 2 y 3 m con problemas, principalmente de exceso de humedad, ya que el techo bajo no permite un flujo de aire suficiente.

En aquellas con el techo a más de 3 m de altura no presentan problemas. Es importante destacar que un techo alto evita aumentos de temperatura en la sala, así como flujos de aire mayores que ayudan a remover aire húmedo. No obstante, esto último no se logra sólo con un techo alto, por lo que es necesario tener una ventilación adecuada para mantener las condiciones de humedad relativa y temperatura dentro de los rangos cómodos.

5.5.3 Material de pared

La figura 44 muestra los materiales utilizados en las paredes de las salas de ordeño visitadas.

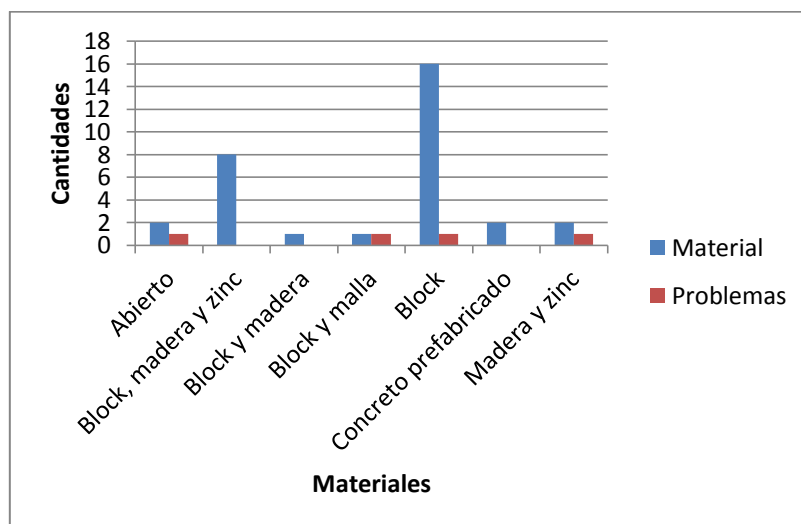


Figura 44. Material de pared en sala de ordeño

Las salas abiertas presentan problemas ya que no tienen una barrera física al polvo o animales, lo que aumenta el riesgo de contaminación de la leche y el trabajo en limpieza de equipos. La misma situación la sufre la sala cuya pared es de block y malla.

En el caso de las paredes de madera y zinc, al no tener una base en mampostería o concreto, aumenta el riesgo de pudrición en la base de la pared.

Las paredes cerradas, como las de concreto prefabricado o block, madera y zinc (sus combinaciones), evitan la entrada de polvo y animales a la sala, lo que aumenta la inocuidad en el sector que tienen contacto directo con el producto.

Como se observa en la figura 44, la mayoría de las fincas utilizan paredes de block, las cuales se enchapan con cerámica o se recubren con mortero (cemento y agua), de manera que la superficie de la pared sea lisa y permita una limpieza fácil. Además se evita que la pared absorba agua o químicos que reaccionen con el concreto y dañen la estructura.

5.5.4 Material del piso

En la figura 45 se resumen los resultados para el material del piso de la sala de ordeño.

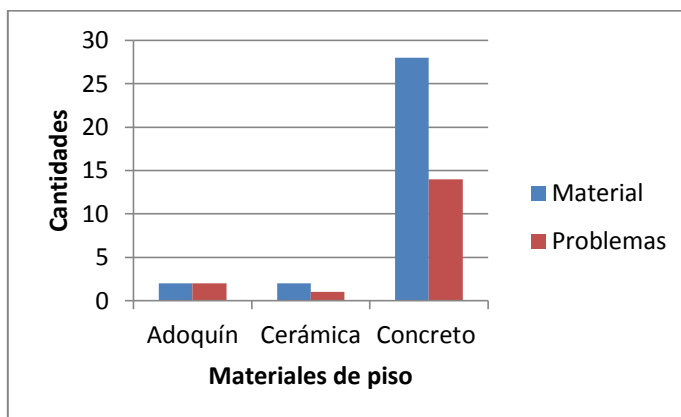


Figura 45. Material del piso en sala de ordeño

En la figura anterior, se aprecia cómo los pisos de adoquines, o enchapados con cerámica presentan problemas en la mayoría de casos. Con los adoquines, se dan problemas de quebraduras, ya que el agua ingresa entre cada pieza y ayuda a moverlos y dañar el piso. Con la cerámica, se dan problemas de resbalones de los animales, ya que el piso se mantiene húmedo y estos no logran una tracción adecuada (especialmente los animales jóvenes que tratan de entrar o salir muy rápido de la sala).

La mayoría de pisos son de concreto. En este caso, la mitad de las salas tienen problemas relacionados a quebraduras por usar repellos o por reacciones químicas con productos de limpieza y ácidos.

Es importante destacar que como material, el concreto es la mejor opción para el piso siempre y cuando se construya adecuadamente.

La construcción adecuada del piso de concreto, se refiere específicamente a construir las losas de manera monolítica vibrando el concreto (como se indica en las recomendaciones del piso del establo), ya que de esta forma se evita una zona de falla entre la losa y el repello.

Además, el concreto es un material poroso, que reacciona químicamente con los ácidos de la leche o los desechos de animales (boñiga y orina), así como con el agua y los químicos usados en la limpieza. Por esta razón, es de suma importancia utilizar aditivos impermeabilizantes, que eviten la entrada de químicos al concreto y le cambien las propiedades, aumentando su vida útil y evitando que el productor reinvierta poco tiempo después en arreglos.

5.5.5 Espacio para animales durante ordeño

El espacio que ocupan los animales durante el ordeño, refiriéndose específicamente a si están en un cubículo individual, en fila todas juntas sin divisiones entre animales, o en cepos, se muestra en la figura 46.

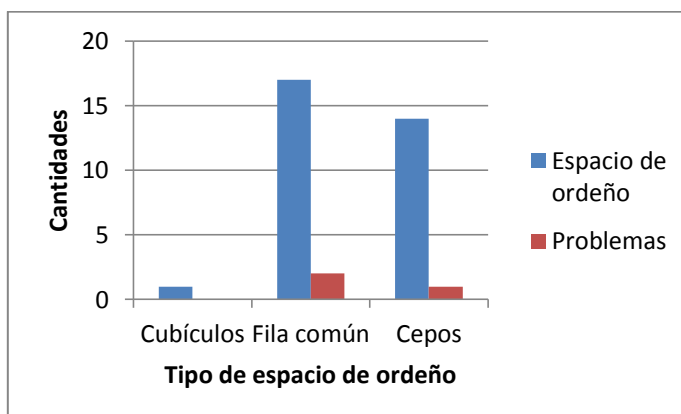


Figura 46. Espacio para animales durante ordeño

Como se observa, el sistema de fila común es preferido por los productores, ya que implica menor infraestructura y por ende costo. En este caso, los animales se acomodan solos, generalmente en espina de pescado, sin necesidad de separaciones entre los cuerpos. Algunas salas tienen comederos que designan la posición de cada vaca, pero varios productores indicaron que alimentar a los animales durante el ordeño no es una practica recomendable.

En el caso de los cepos, se utilizan en las salas que no tienen fosa, por lo que presentan la incomodidad de hacer el trabajo más lento y exigente.

Casillas (cubículos) de ordeño solo se observan en 1 finca, y presentan la condición de requerir mayor cantidad de infraestructura, así como requerimiento operativos, al necesitar abrir y cerrar las puertas para que los animales ingresen y salgan.

La figura 47, muestra los resultados del ancho del espacio para los animales durante el ordeño.

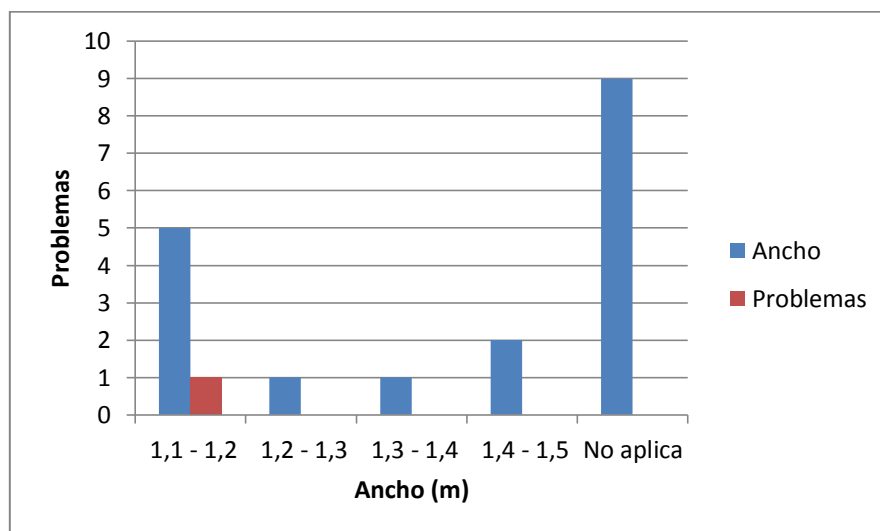


Figura 47. Ancho de espacio de animales durante ordeño

Los resultados para el ancho del espacio de ordeño, como se muestra en la figura anterior, no son concluyentes ya que muchas de las fincas no presentaron un valor específico (no aplican). Esto porque en algunos casos el espacio de ordeño no estaba definido claramente (era el mismo pasillo de circulación por ejemplo).

En los otros casos, las diferencias entre cada rango de datos es muy baja por lo que no se logra una conclusión definitiva para generar la recomendación. De todas formas, se observa que no se llegan a utilizar anchos de más de 1,5 m, pero para dar un resultado concreto es necesario realizar más estudios.

5.5.6 Puerta de ingreso y puerta de salida a sector de ordeño

Los resultados obtenidos al analizar el ancho de las puertas de ingreso y salida al sector de ordeño, no muestran tendencias concluyentes en ningún tamaño específico. Ante esto, no se logra determinar qué ancho es mejor para los accesos de la sala y por ende no se puede brindar una recomendación concreta.

No obstante, se encontró que la mayoría de fincas tienen puertas de ingreso y de salida prácticamente del mismo tamaño, lo cual es lógico al pensar que facilita la construcción al tener solo un tamaño de puerta.

Para lograr brindar una recomendación específica del ancho de las puertas, es necesario hacer un estudio a profundidad de los tiempos y movimientos del animal al momento del ordeño, así como la posición de la puerta con respecto a la posición de ordeño.

5.5.7 Fosa de ordeño

La figura 48 indica los valores para la profundidad de la fosa de ordeño.

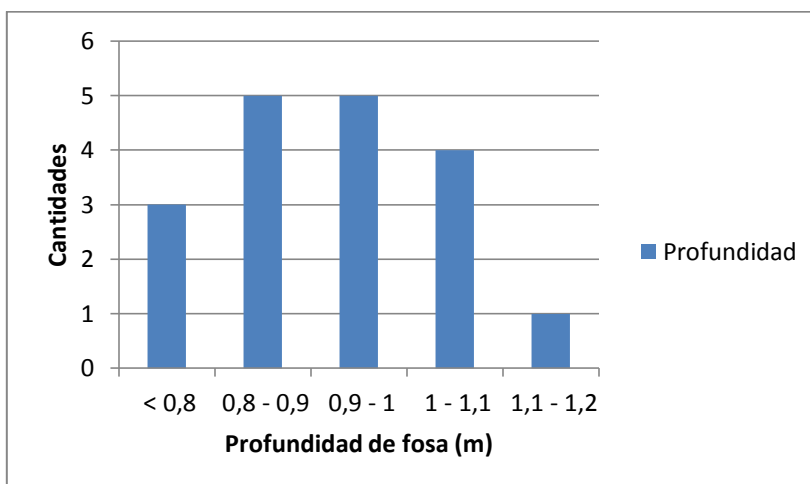


Figura 48. Profundidad de la fosa de ordeño.

Como se observa en la figura, la mayoría de fosas tienen una profundidad de entre 80 cm y 1,1 m, lo cual es consistente con la recomendación de Kammel (2001) de una profundidad de 1 m. Fosas de más de 1,1 m se utilizan poco, y podrían ser incómodas para trabajadores de baja estatura.

La otra característica analizada en la fosa de ordeño es su ancho. Los resultados encontrados se resumen en la figura 49.

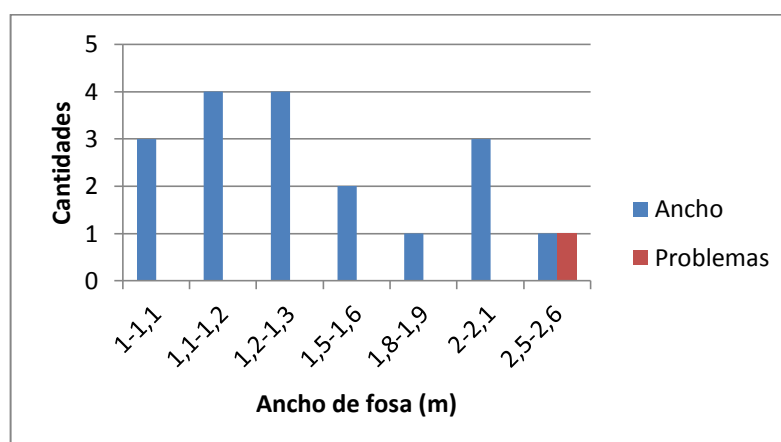


Figura 49. Ancho de la fosa de ordeño.

Se aprecia que el ancho más utilizado está entre 1,1 y 1,3 m, donde generalmente trabaja una sola persona. Se observa además como la fosa de entre 2,5 y 2,6 m, se reporta muy ancha por parte del productor y por ende se considera problemática. Este valor también depende de las características propias del ordeño, y de cuantas personas lo realizan, no obstante, se aprecia como no es necesario más de 2 m.

5.5.8 Ventilación

En términos de la ventilación de la sala de ordeño, se dividen las instalaciones visitadas en aquellas abiertas y cerradas, siendo las primeras las que no tienen alguna de las paredes y en general no tienen protección contra el polvo o insectos. Las cerradas, se refiere a las que son más protegidas del viento y de elementos externos. En estas últimas se encuentran ventanas o aberturas que igualmente, no necesariamente tienen protección contra polvo o insectos.

Los resultados se resumen en la figura 50.

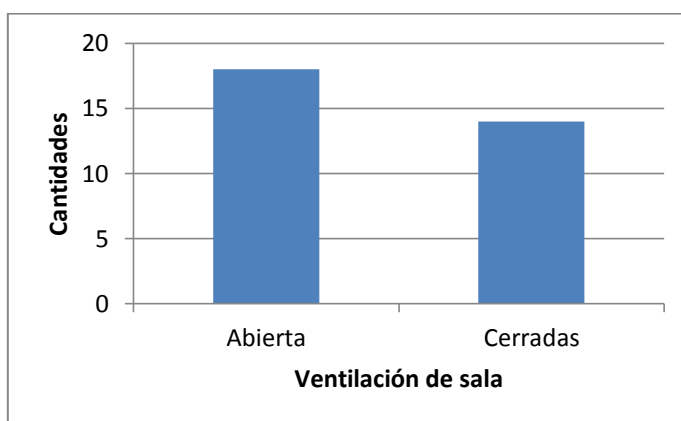


Figura 50. Tipo de ventilación en la salas de ordeño

Como se observa, la mayoría de instalaciones son abiertas, lo que les da una muy buena ventilación, eliminando problemas de temperaturas altas durante el ordeño. No obstante, también reduce la inocuidad del lugar, ya que no tienen protección contra el polvo que ensucia los equipos. Tampoco se controla la entrada de insectos o animales que podría contaminar la leche o los equipos de ordeño.

En caso contrario, las salas cerradas (no del todo en la mayoría de los casos), ayudan a mantener el espacio más protegido de animales o elementos extraños al proceso de ordeño, aumentando la seguridad de no tener contaminación en producto o equipos. A pesar de esto, se presenta la desventaja de tener un bajo flujo de aire, el cual propicia el aumento de temperatura y de humedad relativa dentro de la sala, lo cual incomoda a trabajadores y animales.

5.6 Sala de tanque de leche

El caso de la sala del tanque de enfriamiento de leche, es especial porque este espacio es el que cuenta con mayor regulación referente a la infraestructura necesaria. Por esta razón, el análisis de los resultados se enfoca a brindar un diagnóstico de cuantas lecherías cumplen con lo especificado en el reglamento de entrega de leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

5.6.1 Tanque de enfriamiento

En términos de capacidad del tanque de enfriamiento, el capítulo 26 del reglamento de recibo de leche, indica que este debe poder almacenar la leche producida durante dos y medio días. Esto porque la recolección normal se da cada día y medio, y en caso de emergencia, la finca debe ser capaz de almacenar hasta 2 ordeños extra antes de que llegue el camión.

La capacidad mínima del tanque requerida se cumple en todas las fincas.

En el caso del material del tanque, todos utilizan acero inoxidable, lo cual facilita su limpieza y no reacciona con los alimentos (en este caso la leche).

5.6.2 Dimensión del cuarto

Según el tamaño del tanque de enfriamiento, así debe ser el tamaño del cuarto. Esto hace que no se definan dimensiones únicas que se consideren buenas. No obstante, el cuarto no solo debe albergar el tanque, sino también permitir que el personal se mueva alrededor de este, lo cual define el tamaño de cada cuarto específico.

En la figura 51, se muestra las condiciones encontradas en las fincas, al analizar el espacio del cuarto del tanque de enfriamiento.

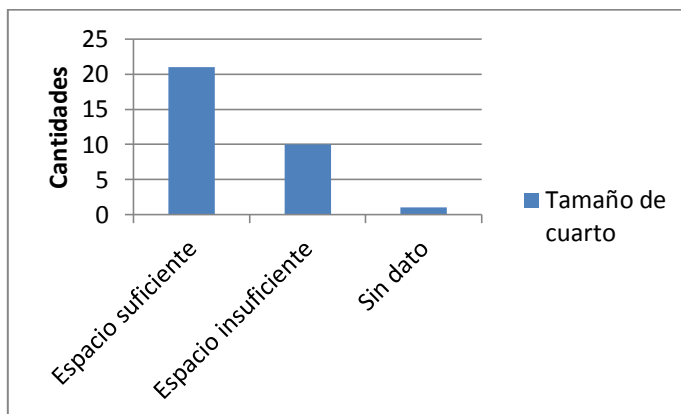


Figura 51. Espacio del cuarto del tanque de enfriamiento.

Como se aprecia en la figura, la mayor parte de las fincas tienen cuartos con espacio suficiente para limpiar y trabajar alrededor del tanque. En 10 casos, los tanques se ubican pegados a una de las paredes, o no dejan espacio suficiente para que una persona de se mueva alrededor de él. En 1 de los casos no se pudo ingresar al cuarto.

En el caso de la altura del cuarto, únicamente una lechería presentó problemas, ya que no permite al trabajador limpiar el tanque por dentro cómodamente.

5.6.3 Protección contra plagas

La figura 52, muestra el tipo de protección que se utiliza para evitar el ingreso de insectos o animales al cuarto del tanque.

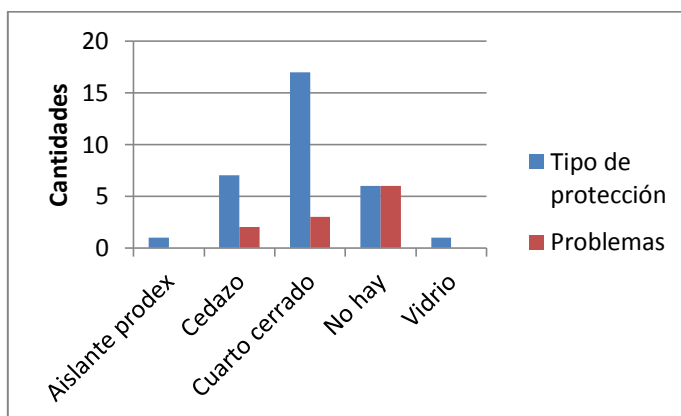


Figura 52. Tipo de protección contra plagas en el cuarto del tanque.

Como se observa en la figura anterior, los cuartos cerrados o con vidrio como protección, presentan pocos problemas, ya que no permiten el ingreso de insectos o animales que comprometan la leche almacenada. En el caso de los cuartos cerrados que presentan problemas, se deben a estructuras con grietas o daños.

Los cuartos con cedazo evitan el paso de animales e insectos y permiten una buena ventilación, pero son más susceptibles a daños, por lo que requieren un mantenimiento más estricto. Los cuartos sin protección, se consideran problemáticos, ya que pueden entrar animales o insectos que contaminen la leche o los equipos, lo que pone en riesgo la inocuidad del producto.

Finalmente, se encontró un caso que utiliza aislante Prodex recubriendo las paredes del cuarto. Este sistema se presenta como ventajoso, ya que no deja aberturas para que entren animales o insectos, y además evita la pérdida o ganancia de calor desde el ambiente hacia el tanque, lo que facilita el enfriamiento de la leche.

5.6.4 Presencia de lavamanos

La figura 53 muestra la cantidad de lecherías que cumplen con la normativa de tener un lavamanos dentro de la sala del tanque.

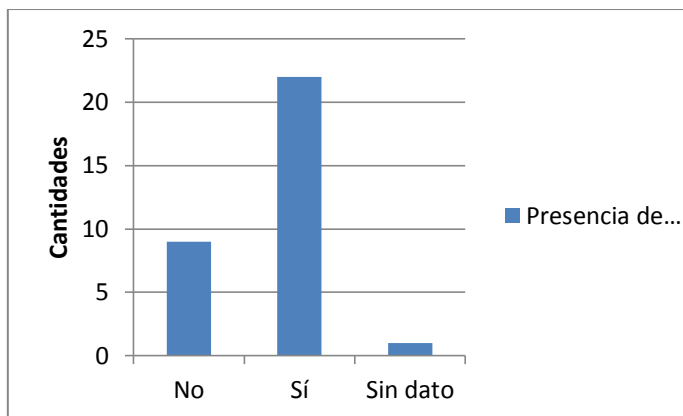


Figura 53. Presencia de lavamanos dentro de la sala del tanque

Como se aprecia, la mayoría de fincas cumplen con la norma de tener un lavamanos. Dentro de las que no la cumplen, la mayoría tienen una pila para lavar equipos, la cual utilizan también los trabajadores para limpiarse ellos las manos, pero esto es contra la reglamentación de la Cooperativa.

5.6.5 Material de paredes

La figura 54 muestra los materiales utilizados en las paredes de la sala del tanque.

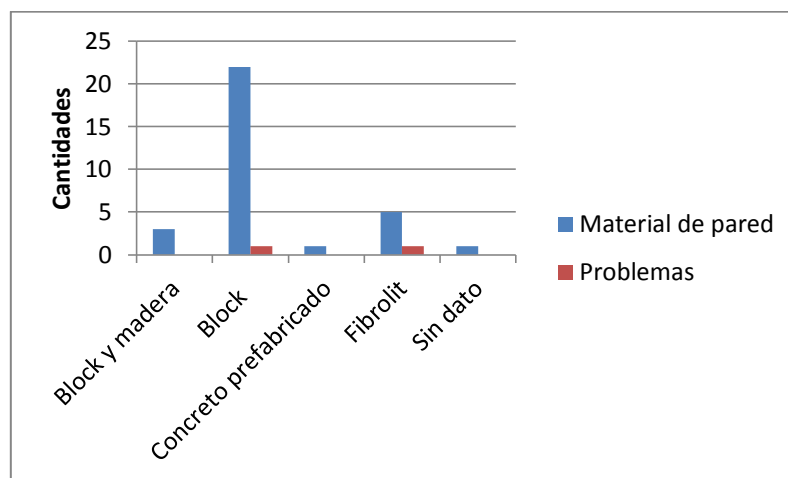


Figura 54. Material de pared en la sala del tanque de enfriamiento

Como se observa, la mayoría de salas tienen paredes de block, en algunos casos enchapadas con cerámica para facilitar la limpieza. Un grupo reducido utiliza una base de block, y a partir de aproximadamente 2 blocks de altura se continúa con una estructura de madera y zinc. Este sistema presenta el inconveniente de ser difícil de lavar, y guarda mucha suciedad (polvo), lo cual no es recomendable para el lugar donde se mantiene la leche.

Algunas fincas utilizan el mismo sistema de base de block y estructura de madera, pero con fibrolit en lugar de zinc. En este caso, se logra una pared lisa que guarda menos suciedad, pero al mismo tiempo es más frágil, por lo que hay que darle buen mantenimiento y cambiar las láminas que se quiebran, para mantener el espacio cerrado y libre de insectos o animales.

5.6.6 Material del piso

En todos los casos, el piso de la sala del tanque es de concreto. La diferencia se da en si se utiliza un enchapado con cerámica, o un recubrimiento con algún aditivo impermeabilizante, que proteja el concreto de la leche y productos de limpieza. En la figura 55 se muestra la cantidad de salas con protección para el concreto o sin ella.

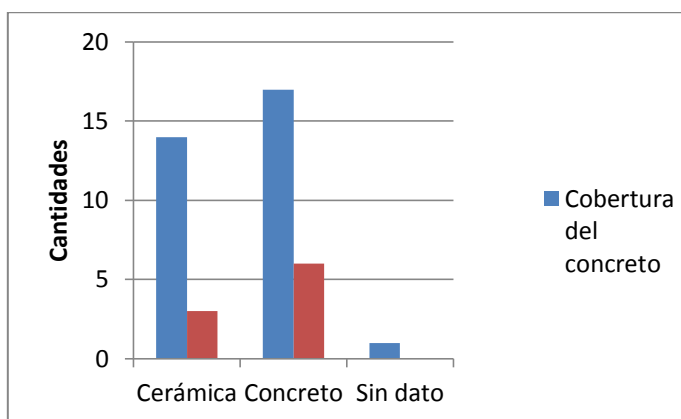


Figura 55. Cobertura del piso de concreto en sala del tanque

Como se muestra en la figura, la mayoría de salas no utilizan coberturas para sus pisos, lo cual genera la mayor cantidad de problemas. Esto porque la leche y los productos de limpieza utilizados en el tanque y equipos, al caer al piso son absorbidos (el concreto es poroso) y afectan la composición química del piso, aumentando las quebraduras de la losa o los repellos.

Las salas con cerámica presentan menos problemas, pero igualmente la leche y los químicos dañan las piezas, y especialmente en las sisas. Estos problemas pueden iniciar como agujeros entre piezas y poco a poco ir quebrando el piso, lo que a su vez genera problemas con la evacuación de agua y acumulación de suciedad.

5.6.7 Iluminación protegida

A pesar de no ser un requerimiento establecido en el reglamento de entrega de leche de la cooperativa, es de suma importancia que la iluminación artificial se encuentre protegida, ya que si un bombillo o fluorescente se quiebra, los vidrios pueden caer en la leche o en los equipos y provocar accidentes.

Los resultados se muestran en la figura 56.

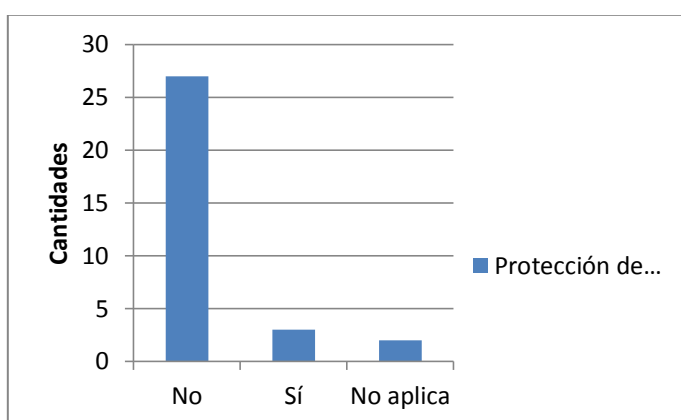


Figura 56. Iluminación protegida en la sala del tanque.

Como se observa en la figura, muy pocas salas tienen su iluminación artificial protegida. En algunos casos, aquellas sin protección no tienen los bombillos sobre el tanque, lo cual reduce el riesgo de contaminar el producto.

5.7 Almacenamiento de concentrado

5.7.1 Lugar de almacenamiento

En la figura 57 se muestra los lugares en los que se almacena el concentrado para los animales.

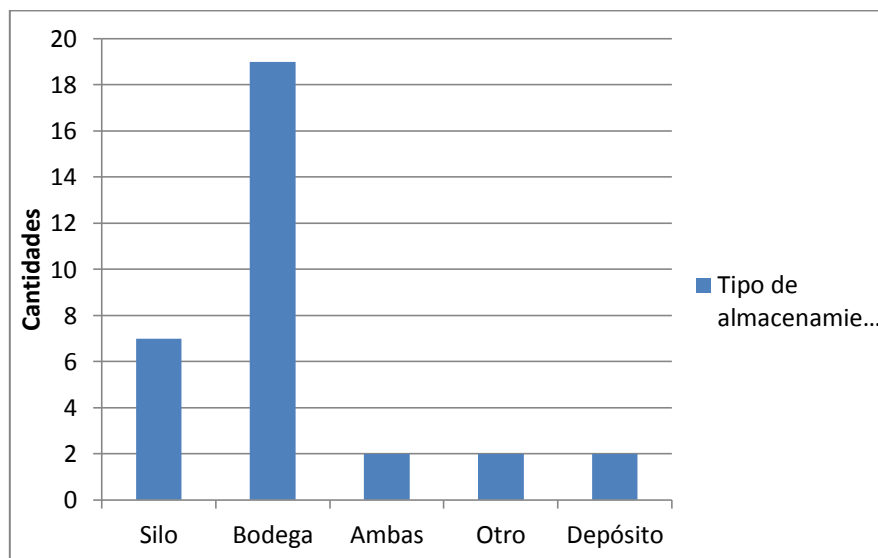


Figura 57. Lugares de almacenamiento de concentrado.

Como se observa en la figura, la mayoría de lecherías usan bodegas, manteniendo el concentrado en sacos. Este sistema presenta problemas de espacio, ya que en muchos casos las bodegas usadas son muy pequeñas y no permiten realizar el trabajo cómodamente. Además, obligan a colocar los sacos pegando con la pared, y esto no es recomendable.

El otro sistema gustado por los productores, es el silo. En este caso, todas las fincas que lo utilizan, indican que es un mecanismo más cómodo que los sacos, que les ahorra tiempo y reduce la carga de trabajo.

Los otros sistemas, presentes en pocas lecherías, se basan en depósitos donde se coloca el concentrado en pilas y se saca con pala para distribuirlo. Este sistema, en una de las fincas se hace con estañones, los cuales se reporta que evitan el acceso a roedores y protegen el concentrado. En la otra lechería se mantiene sin protección alguna, lo que aumenta el riesgo de roedores alimentándose de él y transmitiendo enfermedades a los animales o personas, así como generando pérdidas de producto.

En los casos denominados como otro, se refieren a fincas que guardan los sacos de concentrado en el pasillo de circulación dentro del establo, o dentro del lugar de ordeño (cepos en este caso).

5.7.2 Dimensiones de la bodega

Las dimensiones de la bodega dependen de la cantidad de sacos de concentrado que se almacenarán. También dependen del tipo de trabajo que se realizará dentro de la bodega, ya sea mezclar concentrados antes de llevarlos a los comederos, o si simplemente se proporciona el concentrado directamente del saco.

Dada esta variabilidad, no se analiza el espacio en cada lechería, ya que la presencia de problemas no depende del valor absoluto del largo y ancho de la bodega, sino de la cantidad de sacos y cantidad de personas que trabajan dentro de ella simultáneamente, así como del tipo de trabajo a realizar.

En el caso de la altura, tampoco hay una medida específica. Ninguna de las lecherías visitadas presentó problemas con la altura de la bodega, ya que todas permiten que una persona ingrese y se mantenga de pie cómodamente.

5.7.3 Ventilación de la bodega

En la mayoría de las lecherías, las bodegas no tienen ventilación, lo que crea un ambiente incómodo para trabajar, ya que la temperatura aumenta, y el polvo del concentrado se retiene dentro del lugar.

Unido a esto, se debe considerar que en un clima como en el que se localizan las lecherías estudiadas, es necesaria una tasa de ventilación alta la cual no permita que la humedad del aire en la bodega se eleve mucho, para no afectar la calidad del concentrado.

Así, la ventilación de la bodega debe ser suficiente para mantener una temperatura agradable para las personas que trabajan dentro de ella algunas horas al día. También debe evacuar el polvo del concentrado, de forma que no llegue a otra sección de la lechería (por ejemplo que no pase de la bodega a la sala de ordeño).

5.7.4 Protección contra plagas

En la figura 58, se resumen los resultados obtenidos para la protección que se utiliza en las bodegas contra insectos y animales.

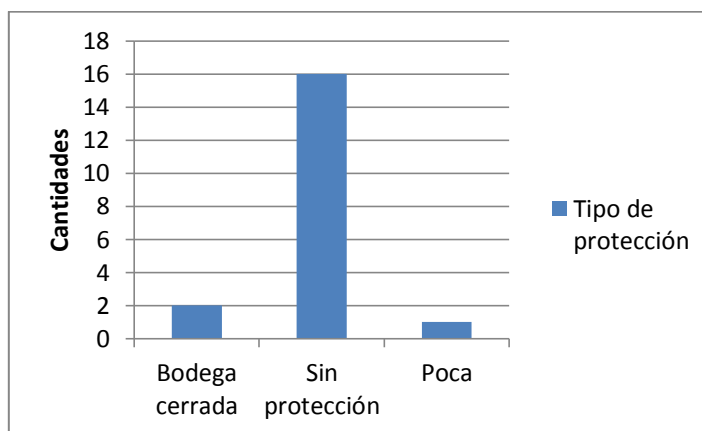


Figura 58. Protección usada en las bodegas.

Como se observa en la figura, la gran mayoría de las bodegas no cuentan con protección para evitar que insectos o animales ingresen. En muchas de estas lecherías, se reportan problemas con ratones, los cuales ingresan a la bodega y se comen parte del concentrado.

En los otros casos, las lecherías utilizan bodegas totalmente cerradas, o con poca protección. En el caso de las primeras, se sacrifica una ventilación adecuada con tal de no permitir el ingreso de animales. No obstante, se observa como dichas bodegas tiene indicativos de insectos y entrada de ratones, lo cual indica que a pesar de ser cerradas, no tienen el mantenimiento adecuado y los animales logran ingresar por algún daño en la pared.

Las bodegas con poca protección, se refieren a las que tienen ventanas cubiertas con cedazo o algún tipo de malla, pero en mal estado, lo cual muestra como aves, roedores o insectos pueden ingresar fácilmente.

5.7.5 Material de pared

La figura 59 muestra el material usado en las paredes de las bodegas.

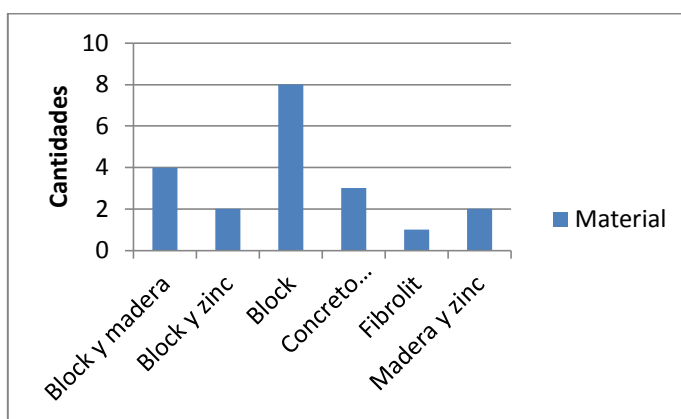


Figura 59. Material de pared en las bodegas de concentrado.

Como se observa en la figura, se utiliza gran variedad de materiales para las paredes de las bodegas. El más utilizado es el block. En otros casos, se utilizan bases de block, sobre las que se colocan paredes de láminas de zinc y estructura de madera, o simplemente paredes de madera sobre la misma base de block.

En todos los casos, los problemas que se observan para cada material se relacionan al mantenimiento de este. Así, se registran situaciones de láminas de zinc corroidas, problemas de humedad en las paredes de fibrolit, huecos en las paredes de madera gracias a podredumbre de la misma, entre otras.

5.7.6 Material del piso

En todos los casos (excepto uno) estudiados, el piso de la bodega es de concreto. La bodega cuyo piso no es de concreto, utiliza adoquines. En dos bodegas, se utiliza sobre el concreto, un enchapado con cerámica.

En términos generales, los pisos no presentan problemas. Solamente en un caso se observa el piso quebrado, posiblemente por una mala construcción.

Este espacio, debido a su poco tránsito de personas y a que los animales no pasan por ahí, el acabado del piso no tiene restricciones. Este puede ser rugoso, para evitar resbalones por parte del personal, y se debe procurar un buen proceso constructivo (como se indica en las recomendaciones del capítulo 6), para tener un piso de calidad con una larga vida útil.

5.7.7 Colocación de sacos

La colocación de los sacos de concentrado debe ser en tarimas. En la figura 60 se muestra la cantidad de bodegas en que se cumple con dicha norma y la cantidad que la incumplen.

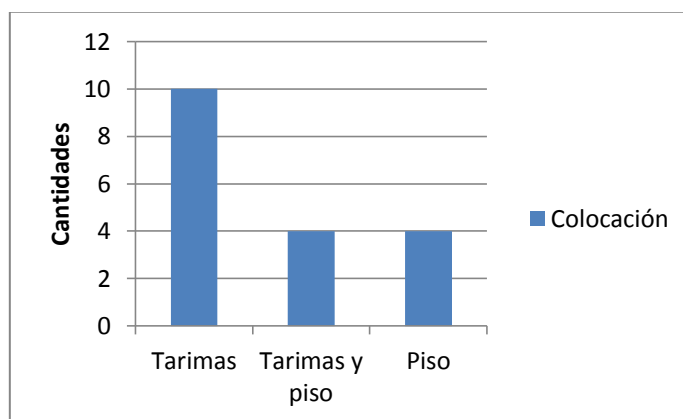


Figura 60. Colocación de los sacos de concentrado en la bodega.

Como se aprecia, la mayoría de lecherías cumplen con mantener sus sacos de concentrado sobre una tarima. En algunos casos, se cumplen a medias, manteniendo parte de los sacos en tarimas y los demás en el piso. La razón de colocar los sacos en tarimas, es para

evitar la transferencia de humedad del piso a los sacos, o si se llega a derramar algún líquido (puede ser agua del lavado) y tiene contacto con el saco, parte del concentrado se daña y debe eliminarse.

La problemática más grande en este caso, es que independientemente de si están en tarimas o no, en la mayor parte de los casos los sacos están tocando las paredes de la bodega, lo cual tampoco debe suceder, como se explica en el apartado 6.6.2 de este informe.

5.8 Instalaciones para terneras y novillas

El análisis de espacios para terneras y novillas, es complicado ya que no se tiene una diferenciación estricta entre una ternera y una novilla. Muchos productores consideran terneras a los animales desde que nacen y hasta casi el primer parto, otros lo hacen hasta que tienen 14 meses. Algunos productores realizan una segregación mayor entre los animales según su edad, por lo que los manejan por separado en distintos espacios.

Por esta razón, los espacios para terneras y novillas se analizan en conjunto, ya que en algunas fincas lo que se considera ternera, en otras ya es considerado novilla, y se manejan en espacios diferentes según su edad.

5.8.1 Tipo de espacio de albergue.

En la figura 61 se muestra el tipo de espacio que se utiliza para albergar terneras. La figura 62 resume el tipo de espacio para novillas.

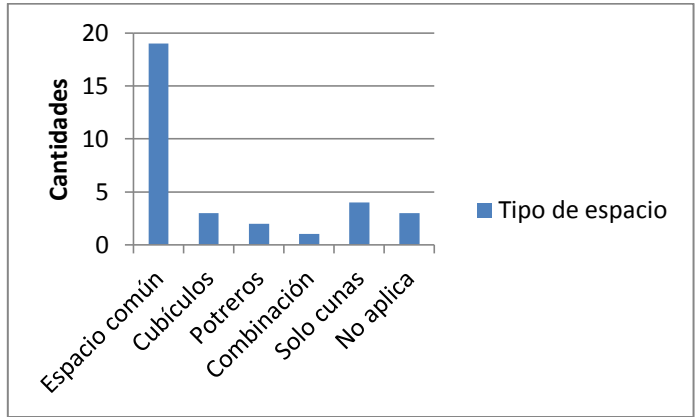


Figura 61. Tipo de espacio para albergar terneras.

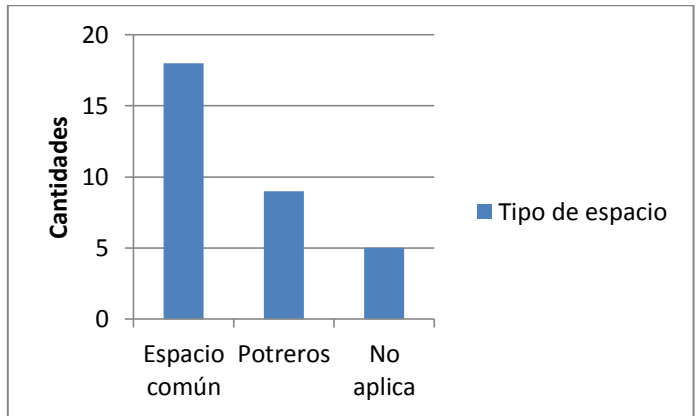


Figura 62. Tipo de espacio para albergar novillas.

Como se observa en las figuras anteriores, para ternera y novillas los productores prefieren los espacios comunes. Estos pueden ser en concreto (con camas suaves de hule o aserrín), pueden ser similares a los establos de vacas adultas o inclusive parte del establo de las vacas adultas, aprovechando la misma instalación, pero manteniendolas aparte para evitar roces entre animales jóvenes y adultos.

En el caso de las terneras, algunas fincas solo tienen cunas para mantener las más jóvenes, y las demás se envían a potreros o espacios aparte. Algunas fincas utilizan

cubículos, pero esto implica una inversión alta, ya que se deben tener varias medidas que sean cómodas para animales de diferentes tamaños. Todas las fincas tienen espacios específicos para las terneras entre 0 y 3 meses (cunas principalmente) y de ahí se envían a otro lugar una vez que tienen mayor edad (varía según la finca).

En el caso de las novillas, aparte del espacio común se utilizan los potreros para mantenerlas. Esto porque ya son animales más desarrollados que soportan mejor las condiciones climáticas.

5.8.2 Material de paredes.

En el caso de las paredes de la instalación para terneras y novillas, el material utilizado generalmente es el mismo que se utiliza en los demás espacios de la finca. En las figuras 63 y 64 se resumen los resultados para terneras y novillas respectivamente.

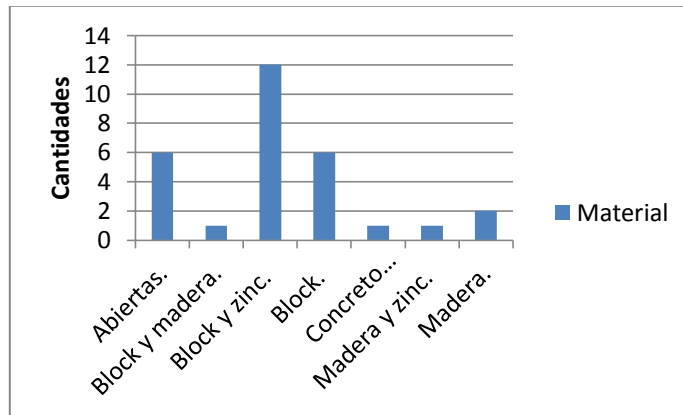


Figura 63. Material de las paredes en espacios para terneras.

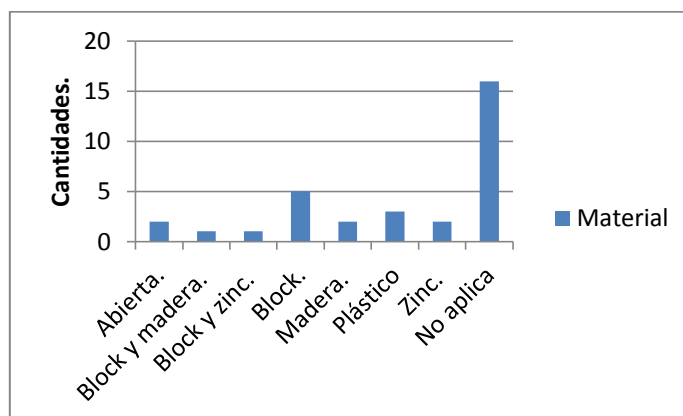


Figura 64. Material de las paredes en espacios para novillas.

Como se observa en la figura 63, el material más utilizado es el block y zinc, colocando una base del primero para evitar podredumbres, y luego colocando una estructura de madera o metal con láminas de zinc conformando la pared. También se usan otros materiales, generalmente siendo el mismo que en las otras instalaciones.

En las paredes de las instalaciones de novillas, hay gran cantidad que se califican como no aplica, ya que muchas fincas las colocan con los animales adultos o con las terneras, y por ende el material de esa pared ya se analizó en secciones anteriores de este informe. En dicha figura, se aprecia como hay muchos materiales usados en las paredes de este espacio, ya que varía según el tipo de construcción del resto de la lechería.

5.8.3 Material de pisos

En la figura 65 se muestran los materiales usados en el piso de los espacios donde se alojan las terneras.

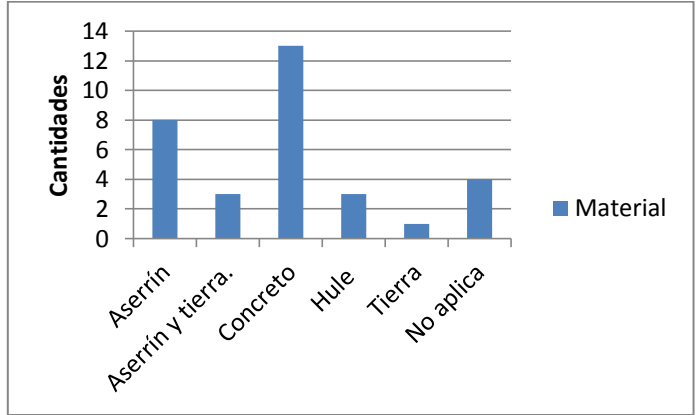


Figura 65. Material del piso en área de terneras.

La figura 66 presenta el material de piso en las áreas para novillas.

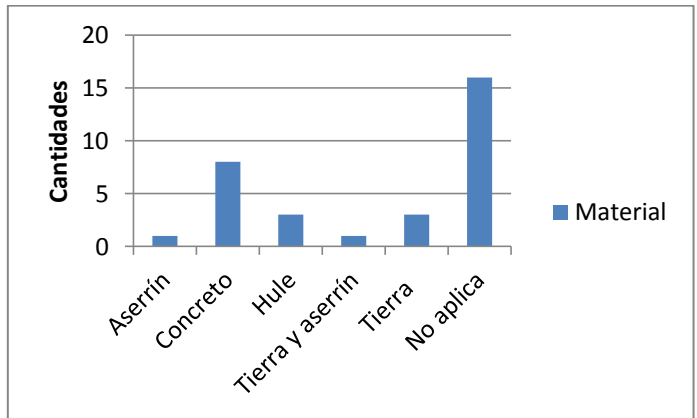


Figura 66. Material de paredes en espacio de novillas.

Como se observa en ambas figuras, el concreto es el material más utilizado. En los dos casos (terneras y novillas), al decir concreto se refiere al piso en este material y sin una cama suave para el animal. Esto presenta el inconveniente de ser incómodo para el animal, y arriesgar a lesiones en sus patas.

En los casos que se indica aserrín, tierra o combinaciones de estas, en general se tiene un cama delgada de dicho material sobre el piso en concreto, lo cual vuelve a dar problemas a los animales, ya que a pesar de no estar en contacto directo con este, la superficie sigue siendo dura y fácilmente se lastiman las patas.

En la figura 65, la barra de no aplica, se refiere a aquellas fincas que no tienen terneras en ella, ya sea porque las crían en otro sitio, o porque le pagan a otra finca para que las críe por ellas.

En la figura 66, la categoría no aplica, incluye aquellas fincas que tienen a sus novillas en potreros, o en espacios junto a los animales adultos, por lo que los espacios ya han sido contabilizados en este informe.

5.8.4 Cunas para terneras

Debido a la variedad de criterios con respecto a la edad y manejo de las terneras en cada finca, no se pueden obtener resultados específicos de las medidas de las cunas de los animales más pequeños. Esto porque algunas fincas manejan todas sus terneras en cunas, aun cuando son más viejas de lo tradicional. Otras solo las tienen en cunas los primeros meses y luego las sacan a potreros o espacios comunes.

Lo importante es destacar, que a lo largo de las visitas se observaron detalles de manejo y construcción de las cunas, que unidos a las recomendaciones de Adams et al. (1995) permiten formular recomendaciones concretas aplicables a cualquier finca. Estas se muestran en la sección 6.7.4 de este informe.

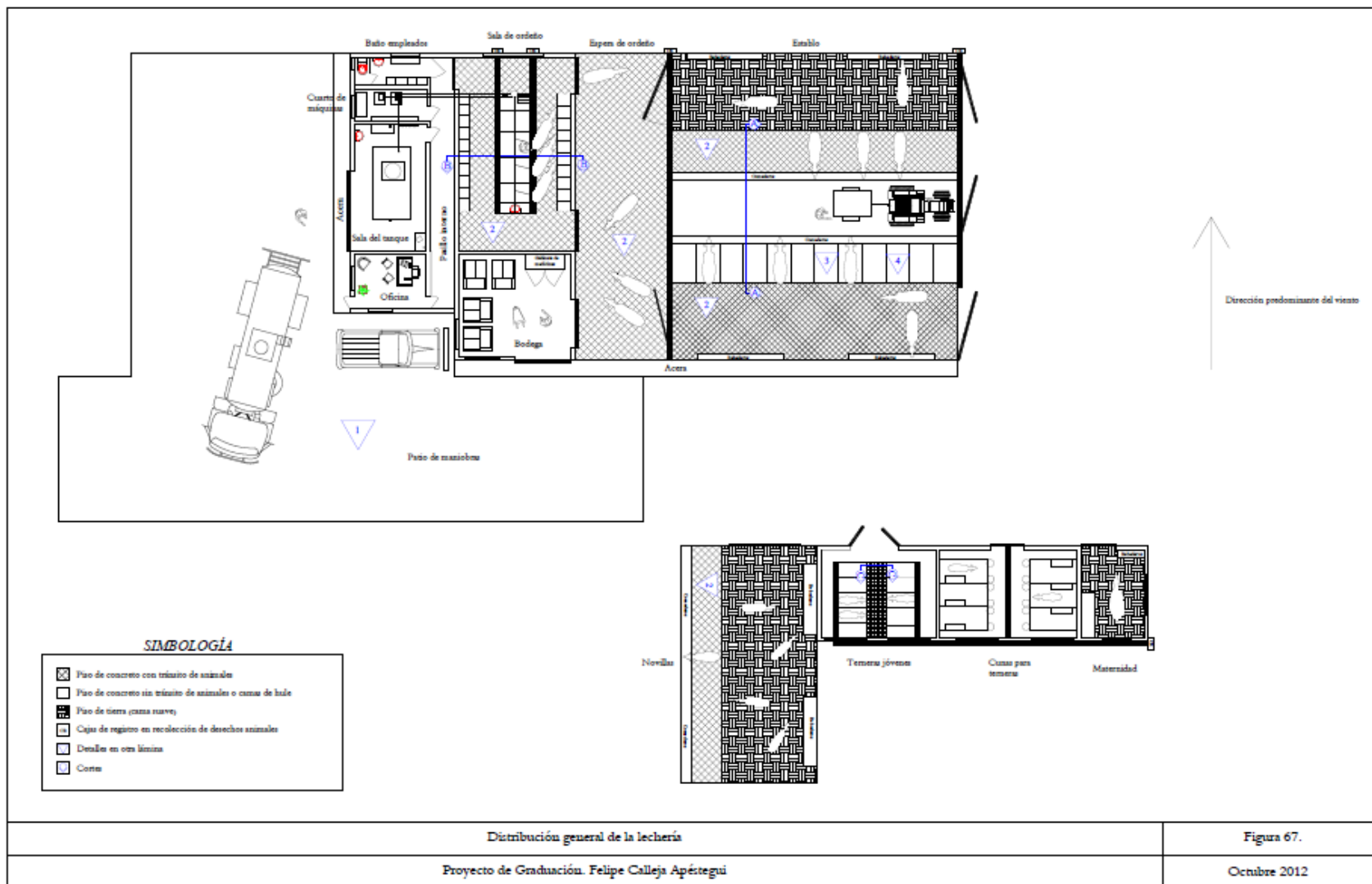
CAPÍTULO 6: Recomendaciones de diseño

Previo a las recomendaciones específicas para cada variable analizada, en la figura 67 se presenta una distribución general de los espacios necesarios en una lechería. Esta no se da a escala, es una propuesta inicial de cómo se puede organizar la lechería para optimizar procesos y reducir espacios de construcción. Además, permite localizar los diferentes elementos que se estudian en este trabajo..

6.1 Camino y Patio de Maniobras.

6.1.1 Caminos

- En caminos cortos, donde se observe todo el trayecto desde los extremos se recomienda un ancho mínimo de 3,30 m, para que el camión recolector pueda ingresar cómodamente. Esto satisface el ancho del camión de diseño (indicado en el apartado 5.2.1), así como 25 cm a cada lado del camión que según Neufert (1995) son necesarios para un tránsito seguro de un vehículo a baja velocidad.
- En caminos largos o sinuosos, donde no se observe todo el trayecto desde uno u otro extremo, se recomienda un camino de 5,30 m de ancho, lo cual según Neufert (1995) permite el paso seguro del camión recolector y un vehículo liviano que puedan encontrarse de frente. Para reducir costos, se pueden utilizar bahías colocadas en puntos estratégicos que aumenten el ancho del camino de 3,30 m a 5,30 m y permitan que uno de los vehículos se orille mientras el otro pasa.



- Es necesario incluir mínimo 25 cm de pasto u otra gramínea de la zona a ambos lados del camino, como franja de amortiguamiento para el control de erosión. El ancho de la franja se basa en la recomendación SEMCOG (2008).
- Previo a la construcción de todos los espacios (incluida la del camino y patio de maniobras), es necesario la realización de estudios de suelo. Específicamente se debe definir el tipo de suelo y con esto su capacidad soportante. Además se requieren estudios de infiltración para el diseño correcto del drenaje del terreno.
- El estudio de suelos debe realizarse tomando muestras a una profundidad de entre 50 cm y 1 m (Benavides, 2012), espaciadas según indicaciones de la Asociación Costarricense de Geotecnia (1994), en el cual se indican la cantidad de perforaciones necesarias según el tipo de suelo del lugar y la magnitud de la construcción a realizar.
- Con el estudio se determina la presencia de suelos especiales como arcillas expansivas y suelos orgánicos (no solo para el camino si no para todas las demás construcciones). Estos últimos comprenden los primeros 30 cm de profundidad (medida típica en Costa Rica), y es necesario removerlos por completo ya que no funciona compactarlos (no están consolidados geotécnicamente, y cambian sus características a lo largo del tiempo). De acuerdo con los resultados se determina la opción de cimentación óptima.

- Se recomienda usar lastre como material de caminos, debido a su menor costo con respecto a los de concreto o asfalto. Navarro (2011) recomienda tener una sub base compactada, y sobre esta una base compactada (piedra triturada) de mínimo 40 cm de profundidad. Finalmente se coloca una superficie de rodamiento con material fino compactado. La figura 68 muestra un diagrama del camino propuesto. Toda compactación debe hacerse con equipo mecánico para asegurar uniformidad.
- Todo el material colocado se debe “compactar por lo menos al 95% de la densidad máxima, la cual se determina de acuerdo con las normas AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos de ensayo aprobados” (Castro & Barrantes, 2010). Dichas normas y procedimientos se pueden consultar en detalle en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la U.C.R.
- El camino debe tener una pendiente del centro hacia afuera de 2% (Leclair, 2004) para evacuar el agua de escorrentía.
- Se deben diseñar y construir cunetas que transporten el agua de lluvia de forma controlada al lado del camino, a estas se les siembra pasto para evitar socavación en la propia cuneta y reducir la erosión de la misma. El tamaño y forma se determinan según las condiciones propias de cada lugar, con la ayuda de un ingeniero agrícola o ingeniero civil.

6.1.2 Patio de maniobras

- El patio de maniobras debe permitir el giro de un camión de 10 m. de largo (camiones recolectores de leche). Para esto se recomiendan dimensiones como las mostra-

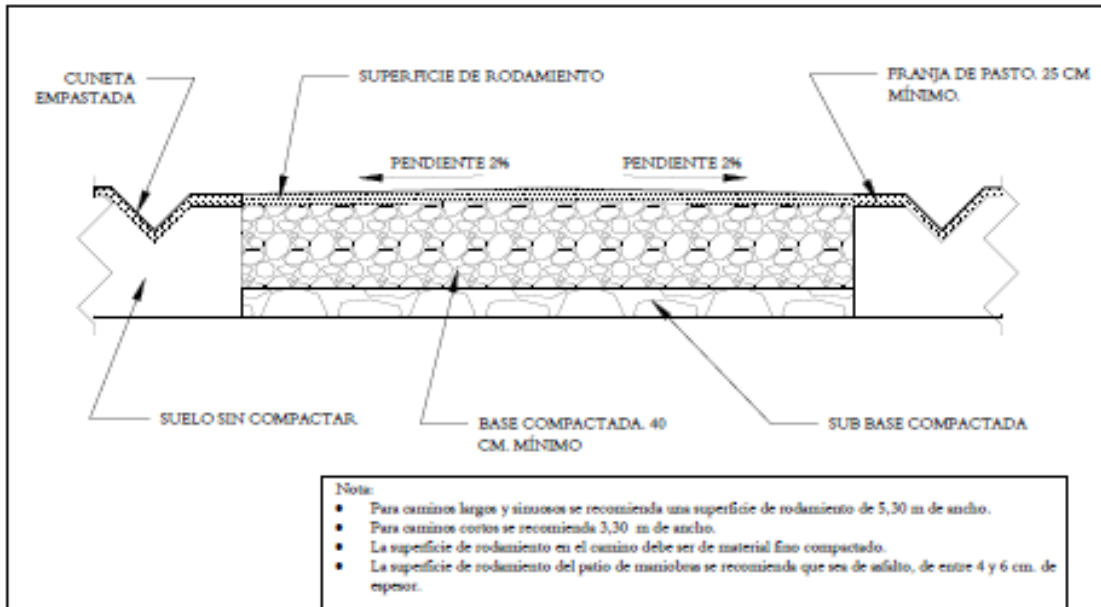
das en la figura 68, basadas en los radios de giro mínimos propuestos por Neufert (1995).

- La estructura del patio de maniobras, se recomienda que sea similar a la del camino (figura 68), con la diferencia de llevar como superficie de rodamiento una capa de entre 4 y 6 cm de asfalto (Meza, 2011), con lo que se controla el polvo que iría a las instalaciones.
- Es de suma importancia colocar un cobertizo sobre el acceso al tanque de leche, para que el camión recolector esté bajo techo mientras carga el producto. También es útil colocar un tope para las llantas del camión, de forma que no exista riesgo de golpear la instalación al moverse en reversa hacia el tanque.

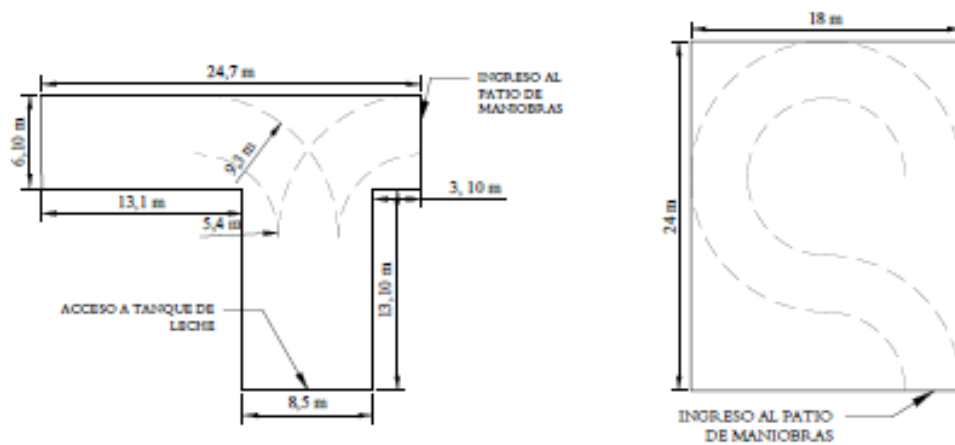
6.2 Establo tipo galerón

6.2.1 Dimensiones

- La altura del establo debe permitir un flujo de aire para remover calor y humedad, así como el paso de vehículos que llevan alimento u otros productos. En términos generales Adams et. al (1995) indica que el espacio mínimo libre para que transite un vehículo debe ser de entre 3 y 4,2 m.



DETALLE CONSTRUCTIVO DE CAMINOS Y PATIO DE MANIOBRAS. 1



PROPUESTAS GEOMÉTRICAS PARA EL PATIO DE MANIOBRAS 1

| | |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| Detalle constructivo de caminos y patios de maniobras. | Figura 68. |
| Proyecto de Graduación. Felipe Calleja Apéstegui | Octubre 2012 |

6.2.2 Paredes

- Las paredes del galerón pueden ser de concreto, láminas onduladas para techo (lámina de zinc) o mampostería (block). En caso de utiliza láminas de zinc, la estructura que las sostiene (ya sea de madera o perlin) debe ir sobre una base de concreto o mampostería, la cual evite que la base de la estructura sea afectada por la humedad del suelo y se dañe. Además, las láminas de zinc deben ser galvanizadas o recubiertas por pintura anticorrosiva, que aumente su vida útil y permita soportar el efecto de la lluvia.
- Es necesario la implementación de curvas sanitarias (unión curva entre la pared y el piso) para facilitar la limpieza de la instalación.
- Si se deja el galerón abierto, es muy importante cerrar la cara o caras que reciban el viento y la lluvia de forma predominante, para mantener el interior de la instalación tan seca como sea posible, pero al mismo tiempo con una tasa de ventilación que remueva la humedad generada por los animales en el interior.

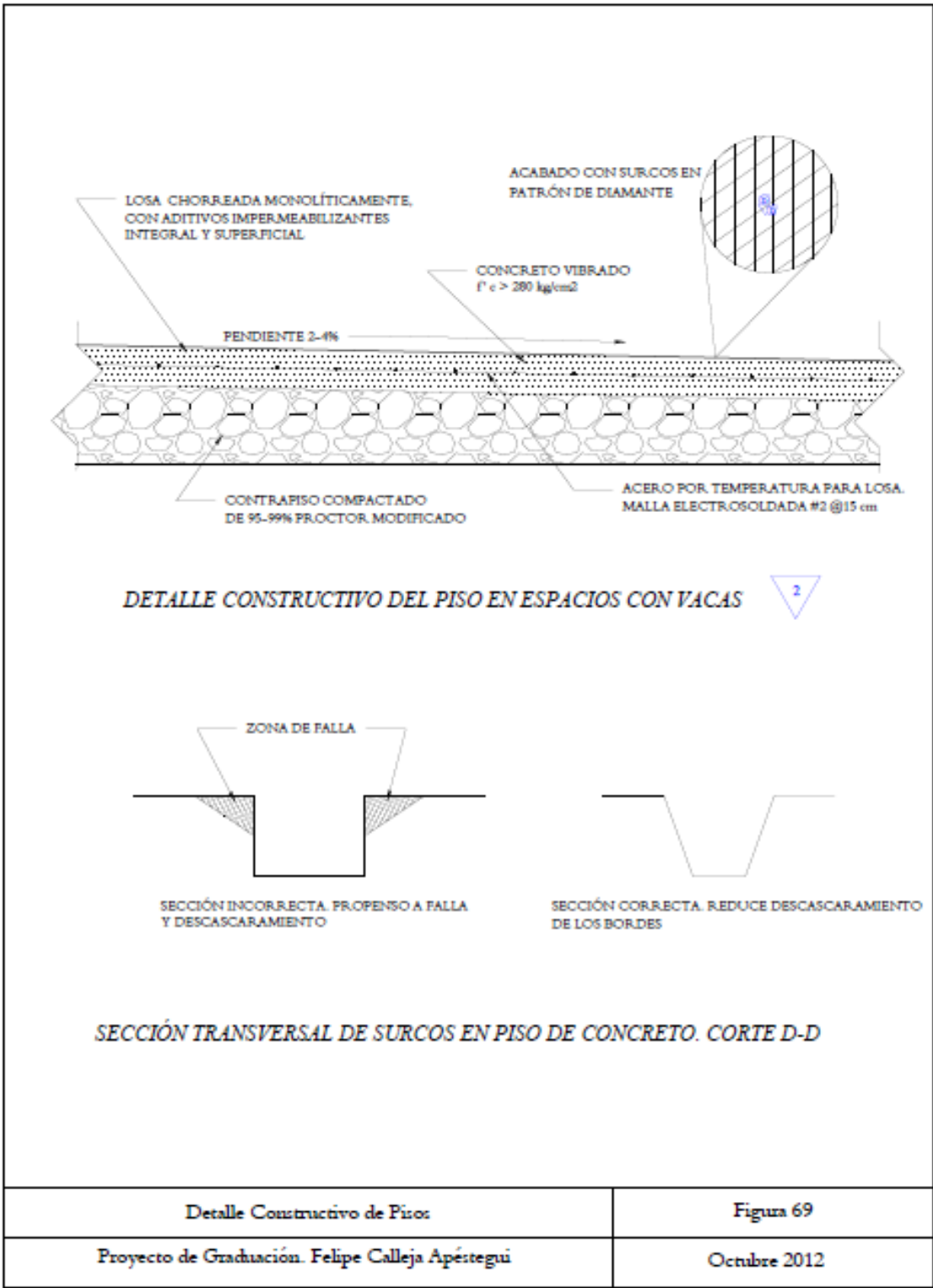
6.2.3 Pisos

- El estudio de suelos que debe realizarse en la zona de construcción de edificios, se recomienda realizarse a una profundidad de entre 2 y 4 m (Benavides, 2012). Los resultados se utilizan de forma similar al estudio hecho para los caminos y patio de maniobras.

- El piso del galerón debe ser de concreto, con un “contrapiso compactado de 95-99% Proctor modificado” (Navarro, 2011). Ver figura 69.
- Se sugiere que el concreto sea vibrado y tenga un esfuerzo de compresión superior a los 280 kg/cm^2 (Navarro 2011). Esta resistencia es mayor a la que se utiliza tradicionalmente, lo cual ayuda a evitar el daño por el roce de las patas de animales, tránsito de equipo y agentes de limpieza.
- La resistencia deseada en el concreto se puede lograr reduciendo la proporción de piedra o arena en la mezcla, o reduciendo la cantidad de agua que se utiliza.
- El acabado de la losa de piso debe chorrearse de forma monolítica con el resto de la chorrea para evitar descascaramientos. Además debe chorrearse en bloques con “juntas frías y juntas de expansión de 2-3 mm” (Navarro, 2011). La pendiente se recomienda ser de entre 2 y 4%. Ver figura 69.
- Se debe agregar un aditivo impermeabilizante integral (al momento de hacer la mezcla), el cual evite la entrada de químicos al concreto que reaccionen con él. Además, se debe colocar un aditivo impermeabilizante superficial (luego de chorreado), recubriendo el piso para una doble protección. Estos aditivos se pueden conseguir en empresas como INTACO, Aditec S.A. o PROMATCO.
- El grosor de la losa del piso de las instalaciones debe diseñarse según las condiciones del suelo en la finca y de las cargas que soportará. Cálculos mostrados en el apéndice B, muestran que un grosor de 10 cm es suficiente para soportar la carga

viva que representan los animales. En la figura 69 se muestra un detalle del piso propuesto.

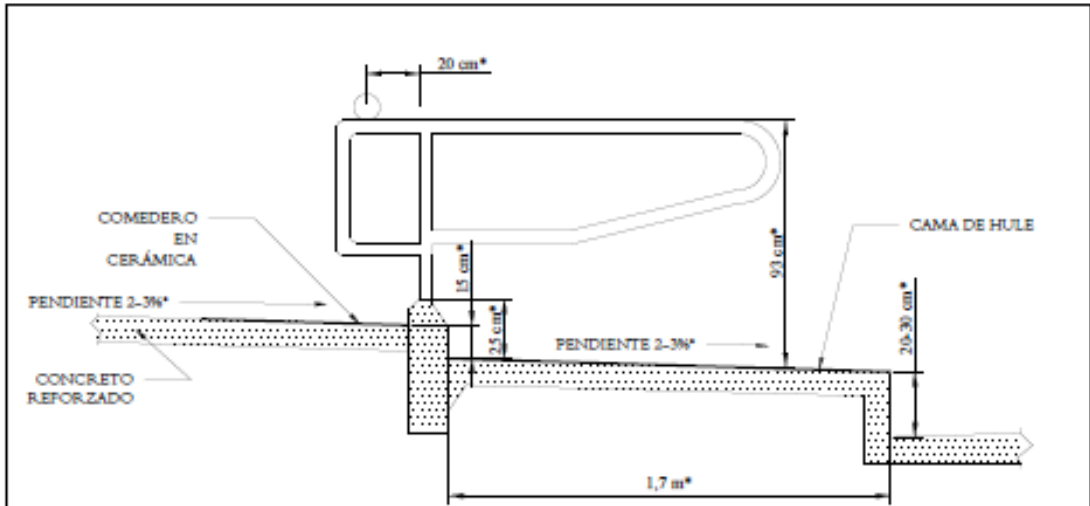
- Es de suma importancia recalcar la necesidad de una correcta compactación del contrapiso y de la subrasante, ya que si estas no tienen las condiciones adecuadas, no importa la calidad del concreto o el grosor de la losa, siempre fallarán, ya que no hay una superficie por debajo de estas que transmita correctamente los esfuerzos.
- El acabado del piso no debe ser muy liso, para evitar que los animales se resbalen, pero tampoco muy rugoso o con filos y protuberancias para evitar que las vacas se lastimen las pezuñas. Graves, Tyson & McFarland (2010) recomiendan utilizar surcos en el piso con un patrón de diamante, los cuales se pueden hacer recién chorreado el concreto o luego de fraguado, con ayuda de una sierra. Estos surcos deben tener dimensiones aproximadas de 1,27 cm de profundidad y 12,7 cm de espaciamiento entre ellos, para asegurar tracción en todas las direcciones. Ver figura 69.
- Una vez fraguado el concreto y hechos los surcos, es necesario remover cualquier protuberancia o filo que haya quedado. Graves et. al (2010) recomienda raspar bloques de concreto contra el piso para eliminar dichas prominencias, y aconseja caminar descalzo sobre la superficie terminada, ya que si la persona lo siente incómodo para caminar, posiblemente el animal también lo haga y es necesario limar un poco más.
- Para la limpieza, Graves et. al (2010) recomienda raspar el piso con restos de llantas para remover boñiga del concreto sin dañar el acabado.



6.2.4 Cubículos de descanso

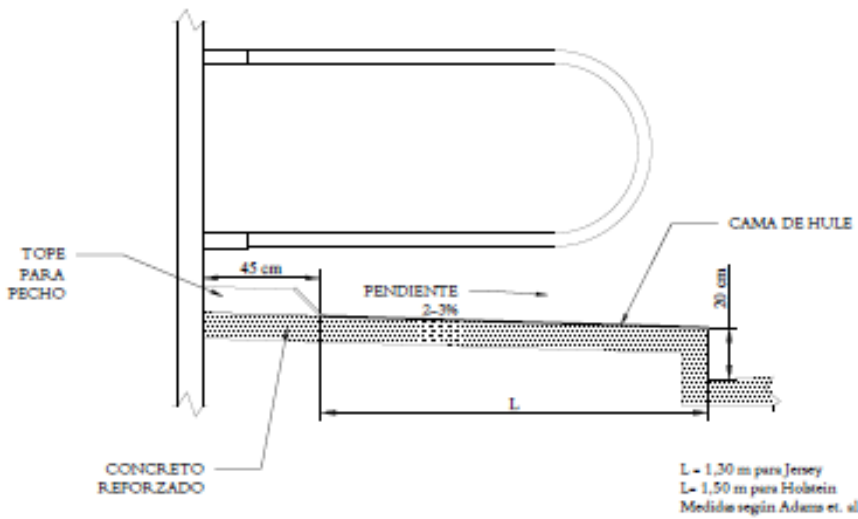
- El largo del cubículo de descanso depende del tamaño del animal y del manejo del estabulado, ya sea amarrado o libre. Adams et. al (1995) recomienda el largo del cubículo (sin incluir el espacio de cabeza) debe ser de 1,30 m (estabulado libre) para animales de entre 320 kg y 410 kg (aproximadamente donde se ubica la raza Jersey según datos de WingChing, Cabalceta & Alvarado (2009)). Se muestra un detalle en la figura 70.
- Para animales de entre 410 kg y 500 kg el largo de cubículo (sin espacio de cabeza) es de 1,50 m (estabulado libre). Este valor se toma como válido para la raza Holstein la cual según WingChing, Cabalceta & Alvarado (2009) tiene un peso promedio en Costa Rica de 525 kg. Se muestra un detalle en la figura 70.
- El espacio de cabeza se recomienda ser de 45 cm, para Jersey y Holstein.
- El ancho del cubículo, según Adams et. al (1995) debe ser de 0,96 m para raza Jersey y de 1,07 m para Holstein (estabulado libre). Se muestra un detalle en la figura 70.
- En el caso del estabulado amarrado, las medidas de cubículo indicadas por Adams et. al (1995) son para Holstein, por lo que al trabajar Jersey es necesario hacer modificaciones. El largo recomendado es de 1,70 m, el ancho 1,30 m. La altura de la parte superior del divisor de cubículos debe estar a 93 cm sobre la superficie.

- La grada del cubículo debe ser de entre 20 y 30 cm (Adams et. al, 1995), para evitar que el animal se ensucie con su misma boñiga una vez que se acuesta a descansar. Se muestra un detalle en la figura 70.
- La cama sobre la que duermen los animales, se recomienda que sea de hule, colocada sobre una base de concreto, que mantenga la superficie del cubículo sin deformación. La alfombra de hule debe fijarse al concreto para evitar que el animal la mueva. El cubículo debe estar bien dimensionado, para evitar que los excrementos del animal caigan sobre la cama y se resguarden debajo del hule. Se recomienda 2-3% de pendiente en la superficie del cubículo.



* Medidas según Adams et. al (1995)

CUBÍCULOS PARA MANEJO ESTABULADO AMARRADO 3



L = 1,30 m para Jersey
L = 1,50 m para Holstein
Medidas según Adams et. al (1995)

CUBÍCULOS PARA MANEJO ESTABULADO LIBRE 4

| | |
|--------------------------------------------------|--------------|
| Detalle constructivo de cubículos de descanso | Figura 70. |
| Proyecto de Graduación. Felipe Calleja Apéstegui | Octubre 2012 |

6.2.5 Comederos

- En estabulado amarrado, los comederos deben estar al frente del cubículo, asegurando que cada animal puede acceder a ellos.
- En estabulado libre se utiliza una línea de comederos lejos de los cubículos.
- La diferencia de nivel entre la superficie del comedero y la superficie donde se colocan los animales debe ser de 15 cm como máximo, ya que como indica Adams et. al (1995) los animales prefieren comer en la posición natural de pastoreo, ya que tienen mejor visibilidad del alimento. Ver figura 70 y 71.
- Entre el cubículo y el comedero, debe ir un muro de 50 cm de alto (estabulado libre) y 25 cm de alto (estabulado amarrado) (Adams et. al, 1995), para evitar que los animales pateen la comida hacia el pasillo de circulación. El detalle se muestra en las figuras 70 y 71.
- El comedero debe tener 80 cm de ancho y estar al mismo nivel del pasillo de circulación, para facilitar la entrega del alimento. Este puede enchaparse con cerámica para facilitar la limpieza.

6.2.6 Pasillo de circulación

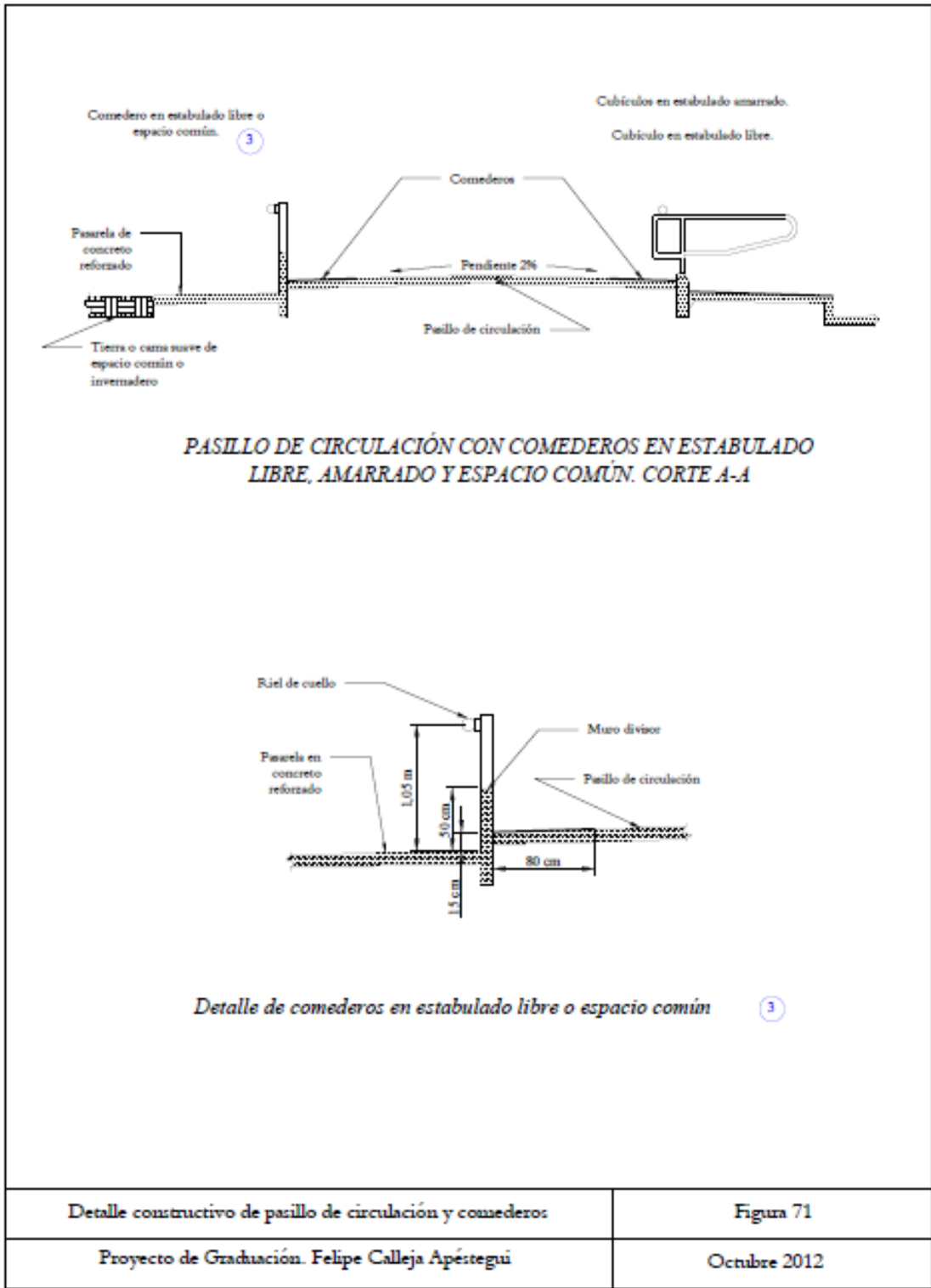
- El ancho del pasillo de circulación depende del método para transportar el alimento que se utilice. De ser un carrito, un ancho sugerido de 1,5 o 2 m puede ser suficiente.

- De utilizar un tractor u otro vehículo, es necesario un ancho de pasillo mayor al ancho de trabajo del vehículo, de forma que sea cómodo y seguro para los trabajadores movilizar el alimento y descargarlo en los comederos.
- El pasillo debe estar a nivel de la superficie del comedero, para que sea fácil descargar el alimento, así como devolver al comedero el pasto que los animales lancen hacia el mismo pasillo. Ver figura 71.
- La pendiente del pasillo de circulación, se comprobó en visitas que no es un aspecto crítico, ya que en la mayoría de los casos el pasillo sólo se barre para limpiarlo, por lo que no hay agua que evacuar. No obstante, se recomienda una pendiente del 2% para facilitar la limpieza del pasillo en las ocasiones que se realice con agua.

6.2.7 Bebederos

- Se recomienda utilizar bebederos en el mismo lugar del comedero, preferiblemente utilizando una canoa sobre este para que cada animal tenga acceso al agua sin competir con los otros. Muchos productores utilizan bebederos de caballos o cerdos e indican que las vacas llegan a adaptarse satisfactoriamente a su funcionamiento.
- Si es estabulación libre se pueden colocar medios estañones o pilas como bebederos, siempre y cuando se coloquen suficientes y en diferentes partes del galerón, para evitar que ciertos animales eviten el acceso al agua a los animales más jóvenes o débiles. Adams et al. (1995) recomienda no espaciar los bebederos más de 24 m unos de otros.

- Bickert et al. (2000) indica que un animal adulto tiene una necesidad de agua de hasta 198 litros por rebaño por día (50 galones/rebaño/día), el cual en días muy calurosos puede incrementar al doble.



6.2.8 Ventilación

- De manera general, se recomienda que la temperatura del galerón no supere los 20-22 °C, ya que a partir de este valor el porcentaje de producción de las vacas decae, y esta caída puede llegar a ser de hasta 10% si la temperatura se eleva hasta 30 °C (ASHRAE, 2005). Además, los porcentajes de crecimiento y de eficiencia energética del animal son máximos con temperaturas entre 15 y 20 °C (ASHRAE, 2005).
- Es importante controlar la humedad relativa en especial si la temperatura se eleva a más de 25 °C. García et al (2010) indica que con una humedad relativa mayor al 80%, temperaturas sobre 25°C generan estrés calórico en los animales. Un ejemplo concreto lo presenta la ASHRAE (2005), la cual muestra que una combinación de 29 °C y 90% de humedad relativa puede generar que una vaca Holstein deje de producir hasta 6 kg de leche por día.

6.3 Establo tipo espacio común (cama suave).

6.3.1 Material de pared

- En caso de utilizar un invernadero como establo, el material por defecto es plástico. Este debe colocarse con la tensión y anclaje indicado por el fabricante del plástico para evitar roturas por efecto del viento. Además debe limpiarse periódicamente para que la radiación ingrese en su totalidad, y ayude en el secado de la cama. Es importante destacar que al secar la cama, el aire interno de la instalación se satura por lo que es crítico

contar con una ventilación adecuada que lo remueva y permita tener un secado eficiente.

- Si se utiliza otro tipo de infraestructura, es importante colocar paredes que eviten la entrada de lluvia en época de temporal, para no sufrir problemas con el contenido de humedad de la cama suave. Las paredes, preferiblemente debe ser de un material transparente que permita el ingreso de radiación, y así facilitar el secado de la cama durante el día.

6.3.2 Material de pisos

- Se recomienda utilizar concreto en los pisos donde no se echan los animales a descansar, como el pasillo por donde transita el vehículo repartidor de alimento y la sección junto a los comederos donde el animal se mantiene de pie alimentándose.
- Las recomendaciones constructivas para el piso en concreto son iguales a las dadas en la sección 6.2.3 de este informe.

6.3.3 Material de cama

- Se recomienda utilizar tierra y una cama de aserrín o granza de arroz, para que la superficie se mantenga seca.
- Es importante rotar la cama cada cierto tiempo, para romper el suelo, incorporar la boñiga y ayudar a que se seque más fácilmente. Esto puede hacer con un rotocultor mecánico, y la frecuencia del tratamiento depende del tipo de suelo, su contenido de humedad, y las condiciones ambientales que permiten secar la cama. En algunas fincas se llega a rotar diariamente o cada 2 días.

- En caso de no contar con un rotocultor, se puede paletear la boñiga, o sacarla con pala y aprovecharla en potreros u otras prácticas.

6.3.4 Comederos

- Se recomienda utilizar comederos típicos, como los especificados en la sección 6.2.5 de este informe, para manejo estabulado libre.
- Para las heneras, a partir de la experiencia de uno de los productores visitados se recomienda construirlos con el fondo plano, de manera que no sean en forma de V, ya que este dificulta la extracción del pasto por parte de los animales y hace más difícil la limpieza de la jaula. Se muestre un detalle en la figura 72.

6.3.5 Pasillo de circulación

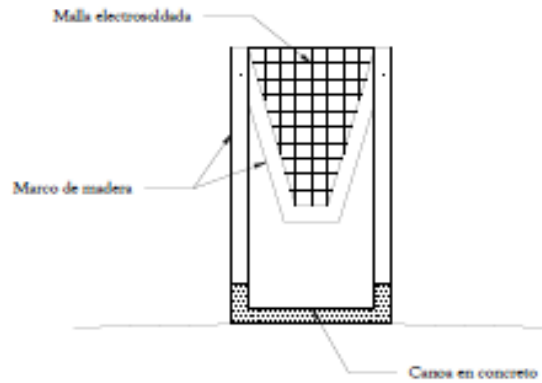
- Las recomendaciones en este apartado son las mismas que en la sección 6.2.6 de este mismo informe.

6.3.6 Bebederos

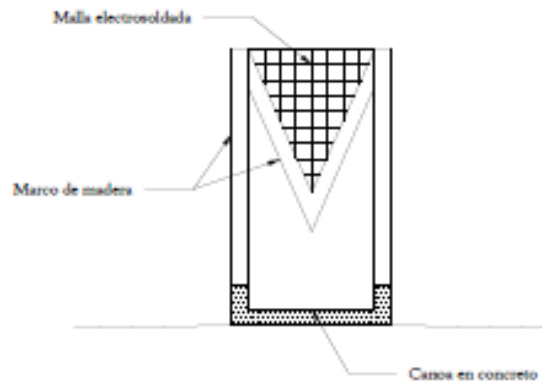
- Las recomendaciones en este apartado son las mismas que en la sección 6.2.7 de este mismo informe, en el punto que considera los bebederos para estabulación libre.

6.3.7 Ventilación

- En términos de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento dentro de la instalación, se deben mantener dentro de los rangos comentados en la sección 6.2.8 de este informe cuando los animales están dentro de establo. Cuando están pastando y se requiere secar la cama, las ventanas deben poder cerrarse para que la temperatura suba al máximo posible y acelere el secado.



*Detalle de heneras construidas correctamente.
Corte C-C*



Detalle de heneras construidas incorrectamente.

| | |
|--------------------------------------------------|--------------|
| Detalle de heneras. | Figura 72 |
| Proyecto de Graduación. Felipe Calleja Apéstequi | Octubre 2012 |

- La orientación del establo es muy importante. De utilizar plástico como cubierta de la instalación, la dirección predominante del viento rige dicha orientación. La ventana zentral de la instalación, debe mirar hacia la dirección contraria de donde viene el viento predominantemente. Esto para que el mismo viento genere un vacío y extraiga el aire caliente y húmedo del interior del invernadero.
- De una estructura con un techo no transparente, Martín (1998) indica que la orientación debe ser de norte a sur, para asegurar que la luz del sol entre a la instalación y ayude a secar la cama suave.

6.4 Sala de ordeño

6.4.1 Sistema de trabajo

- Se recomienda utilizar fosa de ordeño, ya que facilita la labor para el personal y se logran tiempos de ordeño por vaca menores, en comparación a utilizar cepos.

6.4.2 Dimensión de la sala

- Según las visitas realizadas, la altura de la sala de ordeño debe ser de más de 3 m, para evitar tener problemas con humedad o temperatura dentro de la instalación.

6.4.3 Material de las paredes

- Se recomienda utilizar paredes de mampostería recubierta con mortero o cerámica (superficie lisa), de forma que se facilite su limpieza y se proteja el block o concreto de la pared.

- En caso de utilizar madera con láminas de zinc en la pared, estas se deben recubrir con pintura para evitar pudriciones o corrosión, y alargar la vida útil de la pared. Además la base debe ser de concreto o mampostería. También, se debe construir de forma que la cara de la pared que da hacia el interior de la sala sea lisa y fácil de limpiar, evitando dejar cavidades donde se acumule suciedad.
- Es de suma importancia implementar curvas sanitarias en este espacio para facilitar la limpieza y evitar la acumulación de suciedad en la unión pared-piso.

6.4.4 Material del piso

- El piso de la sala de leche se ve expuesto a agentes altamente agresivos, como lo son los ácidos de los desechos de los animales, la leche, el agua, productos de limpieza, etc. Por esto es de suma importancia invertir en un piso de calidad (como el indicado en este informe), aunque represente una inversión inicial mayor.
- Los materiales del piso (cemento y agregados) deben ser de buena calidad. En el caso de piedras y arena, estas deben ser del tamaño correcto según el diseño estructural específico y a la hora de hacer la mezcla deben estar limpias, sin presencia de tierra o elementos orgánicos como hojas o pasto.
- El piso estructuralmente debe seguir las recomendaciones mostradas en la sección 6.2.3 de este informe.

6.4.5 Espacio de animales en ordeño

- A partir de las visitas realizadas, se recomienda utilizar una fila común donde los animales se colocan solos en espina de pescado. Esto reduce la cantidad de infraestructura necesaria.
- La fila común se define entre un riel de pecho al lado de la pared, y un riel para evitar patadas al lado de la fosa. Este último evita que el animal introduzca una de las extremidades posteriores a la fosa y se lastime o lastime al operario.
- Kammel (2001) define que el espacio entre el riel de pecho y el de protección contra patadas debe ser de 1,4 m. Este valor es consistente con los valores observados en las visitas.
- El mismo autor recomienda colocar el riel de pecho a una altura de 76 cm, y el riel de protección a 60 cm sobre el suelo.

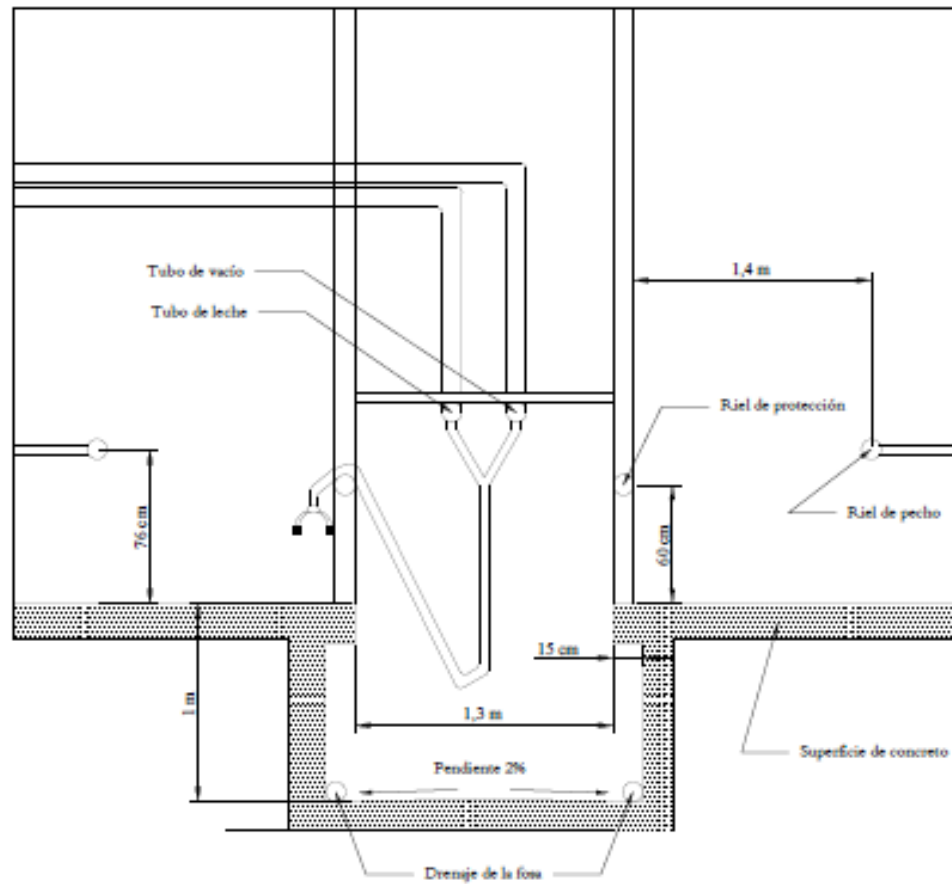
6.4.6 Fosa de ordeño

- La profundidad de la fosa se recomienda sea de 1 m.
- El ancho en la parte superior de la fosa (nivel donde se paran las vacas) se recomienda que no supere 1,3 m, ya que con este ancho un ordeñador puede hacer su trabajo con comodidad. En caso de tener más trabajadores al mismo tiempo en la fosa, esta puede llegar hasta 2 m de ancho, según el acomodo de equipos y la forma de trabajar.
- La fosa debe dejar la superficie donde se colocan las patas traseras de los animales en voladizo. Esto para hacer más cómodo el trabajo de ordeño, dejando un espacio para

las rodillas de la persona cuando conecta y desconecta las pezoneras. Un detalle se muestra en la figura 73.

6.4.7 Ventilación de sala de ordeño

- La temperatura y humedad relativa dentro de la sala de ordeño deben mantenerse en niveles cómodos para animales y trabajadores. Esto se debe buscar especialmente para las personas, las cuales se requiere realicen el trabajo de manera eficiente.
- Las ventanas de la sala deben protegerse para que no ingresen animales ni polvo que ensucien o dañen los equipos.
- La sala de ordeño debe mantenerse lo más limpia posible, para proteger la leche desde que se obtiene así como las ubres de las vacas, las cuales puede infectarse fácilmente antes de ser ordeñadas (utilizando pezoneras contaminadas por ejemplo).



PROPUESTA DE SALA DE ORDEÑO. CORTE B-B

Detalle constructivo de la sala de ordeño

Figura 73

Proyecto de Graduación. Felipe Calleja Apéstegui

Octubre 2012

6.5 Sala de tanque de enfriamiento

6.5.1 Material y capacidad del tanque

- El tanque debe tener la capacidad de almacenar leche de dos y medio días.
- El tanque debe ser de acero inoxidable, lo que facilita su limpieza y no reacciona con la leche.

6.5.2 Dimensión del cuarto

- El cuarto debe permitir el movimiento de personas alrededor del tanque de enfriamiento. En términos generales, Neufert (1995) indica que una persona sola necesita 87,5 cm entre paredes como máximo para estar cómoda, y si está en movimiento, se requieren 96 cm. Así, se recomienda dejar como mínimo un espacio de 96 cm entre el tanque de leche y las paredes del cuarto, para facilitar la limpieza y el tránsito de personas con equipos o cajas en caso de ser necesario.
- El alto del cuarto, debe permitir que el trabajador se suba sobre el tanque para limpiarlo por dentro. Para esto, como mínimo debe estar de rodillas, para lo que requiere aproximadamente 1,5 m del alto (Neufert, 1995). Por esto, el techo del cuarto del tanque se recomienda se localice 1,5 m sobre la parte superior del tanque.

6.5.3 Protección contra plagas

- El cuarto del tanque debe ser cerrado, de forma que se evite la entrada de animales o insectos que puedan contaminar la leche.
- En caso de utilizar cuartos totalmente cerrados, es importante controlar la temperatura interna del cuarto, la cual a falta de ventilación puede elevarse y comprometer la leche.

Para evitar esto, una opción a considerar es colocar aislante térmico en las paredes, que ayude a controlar la temperatura y evite la entrada de animales.

- En caso de usar cedazo, se logra una buena ventilación pero es necesario dar un muy buen mantenimiento, para evitar roturas y entrada de insectos o animales.

6.5.4 Presencia de lavamanos

- Según el reglamento de Dos Pinos, es obligatorio tener un lavamanos para empleados dentro de la sala del tanque, aparte de la pila para lavar los equipos.

6.5.5 Material de paredes

- Las paredes de la sala del tanque deben seguir las recomendaciones de la sección 6.4.3 de este mismo informe.
- Se debe asegurar que las paredes no almacenen suciedad y sean fáciles de lavar.

6.5.6 Material del piso

- Se recomienda dar al piso de la sala del tanque, las características indicadas en la sección 6.4.4 de este informe, ya que al igual que en la sala de ordeño, el piso tiene contacto con leche y químicos de limpieza que fácilmente cambian la composición química del concreto y lo dañan.
- Dada la naturaleza de este espacio, albergando equipos de ordeño y la leche en sí, es de suma importancia mantenerlo limpio y con el piso en buen estado, para que no hayan

problemas de evacuación de aguas de limpieza, o desarrollo de hongos y micro organismos en grietas que permanezcan húmedas.

6.5.7 Iluminación protegida

- Es de suma importancia que la fuente de luz artificial (bombillo o fluorescentes) no se encuentren sobre el tanque de leche. Además, deben tener una protección plástica que retenga los vidrios en caso que se reviente el bombillo o fluorescente, y evite que caigan a equipos o a la misma leche.

6.6 Almacenamiento de concentrado

6.6.1 Lugar de almacenamiento

- Almacenar concentrado en silos, se presenta como una opción más cómoda que los sacos.
- En caso de utilizar una bodega, se debe asegurar que no entren roedores a comer el producto. Esto puede lograrse con sistemas que mantengan las puertas cerradas en todo momento (resortes) y colocando mallas en las ventanas.
- La bodega debe colocarse cerca del lugar de alimentación de los animales, y a su vez con salida al patio de maniobras, para reducir la distancia que se deba transportar el producto del camión repartidor de sacos hacia la bodega y de ahí al comedero.

6.6.2 Dimensiones de la bodega

- La bodega debe albergar todos los sacos de concentrado, así como un espacio para trabajar y realizar las mezclas deseadas por el productor, además de cargar el carrito o recipiente con el que se reparte el alimento a los comederos.
- El área de trabajo depende también de la cantidad de personas que trabajen simultáneamente en la bodega.
- El espacio debe comprender una distancia entre los sacos y las paredes de la bodega, ya que estos no deben tocarlas para evitar transmisión de humedad que dañe el concentrado. Esta distancia puede ser de 20 cm aproximadamente.
- La bodega debe tener cielorraso, que proteja los sacos de cualquier entrada de agua a través de goteras. Además, genera una barrera extra contra animales (roedores o pájaros).

6.6.3 Ventilación de la bodega

- Se debe asegurar una ventilación que mantenga la temperatura en un nivel cómodo mientras las personas hacen su trabajo en la bodega.
- Se debe asegurar la remoción del polvo del concentrado que se genere al verter los sacos en los recipientes de distribución, para evitar problemas respiratorios o irritaciones en los trabajadores.
- El flujo de aire debe darse de forma que el polvo salga de la instalación, y no llegue a otra sección de la lechería.

6.6.4 Protección contra plagas

- Las ventanas deben protegerse con cedazo u otro material, para evitar la entrada de aves o roedores que se comen el concentrado, dejan excrementos que puede causar enfermedades en las vacas.
- La protección elegida debe permitir una adecuada ventilación. En caso de preferir una bodega totalmente cerrada, para garantizar la protección del concentrado, se deben colocar extractores de aire que ventilen el cuarto.
- La protección colocada debe recibir un mantenimiento estricto, para asegurar que se logra el objetivo buscado en todo momento.

6.6.5 Material de paredes

- El factor determinante en las paredes de la bodega es el mantenimiento. Este debe ser constante para evitar que se generen huecos por los que puedan ingresar animales.
- Se deben mantener limpias y secas para evitar la aparición de hongos y microorganismos que puedan transmitirse a los animales a través del concentrado.

6.6.6 Material del piso

- Se recomienda un piso de concreto, con características como las indicadas en la sección 6.2.3, con la diferencia que en este caso, el acabado del piso puede ser rugoso, y no es necesario colocar el aditivo impermeabilizante superficial, ya que no se maneja leche u otros químicos de limpieza que afecten el concreto.

6.6.7 Colocación de sacos de concentrado.

- Todos los sacos deben ir sobre tarimas de madera, de forma que no tengan contacto directo con el piso, y en caso de un derrame de líquido no se dañe el concentrado. Además se evita que humedad del piso sea absorbida por el concentrado.

6.7 Sala de terneras y novillas

6.7.1 Tipo de espacio de albergue.

- Para las terneras más jóvenes (lactantes), se recomienda utilizar cunas como las indicadas más adelante en esta misma sección del informe.
- Las demás terneras (destetadas) se pueden colocar en espacios comunes, los cuales pueden tener las mismas características constructivas de los espacios para animales adultos, con los ajustes necesarios de dimensiones ya que se tendrían animales más pequeños.
- Para las novillas, el espacio común es muy utilizado simulando los establos de las vacas adultas. Se puede aprovechar parte del espacio del galerón o invernadero para colocar novillas, siempre y cuando estén separadas de las vacas adultas, para evitar roces y peleas entre los animales dominantes con los jóvenes. Esto porque su alimentación y manejo durante el día es diferente al de los otros animales.

- Las novillas pueden mantenerse en potreros, siempre y cuando no existan problemas de seguridad en la finca, que ponga en riesgo a los animales. Además se debe asegurar que se les lleve el alimento balanceado a los potreros de manera diaria.

6.7.2 Material de paredes

- Al construir paredes para los espacios para terneras o novillas, se deben seguir las recomendaciones brindadas en la sección 6.2.2, ya que las paredes en sí son iguales a las usadas en el establo de animales adultos.

6.7.3 Material de pisos

- El material del piso en el área de terneras y novillas depende del manejo que se le dé a dichos animales. Si se utiliza un sistema de cama suave, se deben seguir las recomendaciones planteadas en la sección 6.3.3. Si es piso de concreto, es imperante colocar una cama suave que proteja al animal y lo mantenga cómodo. Se recomienda seguir las indicaciones de la sección 6.2.4.

6.7.4 Cunas para terneras

- Según Adams et al (1995), hasta los 2 meses de edad las terneras deben mantenerse en espacios individuales, para evitar que se mamen entre ellas y se provoquen daños en las tetillas. Esto es confirmado por Andrade (2012), que indica que al mantener juntos animales que todavía tienen el reflejo de mamar, puede provocarles problemas cuando son adultas.

- Estos espacios individuales son las llamadas cunas de terneras. Estas se recomienda que tengan un piso elevado, el cual permitan una limpieza cómoda de los desechos del animal.
- Estas cunas Adams et al. (1995) recomienda que tengan como mínimo 2,15 m².
- Además, cada cuna debe tener un recipiente para concentrado y para agua, los cuales se recomienda no estén uno a la par del otro, para evitar que el animal tome agua e inmediatamente después introduzca el morro mojado al concentrado, dañándolo.
- A partir de los 2 meses, Adams et al (1995) plantea la posibilidad de mantener grupos de animales juntos. Inicialmente en grupos de máximo 5 terneras (hasta los 4 meses de edad). Luego animales de entre 4 y 6 meses en grupos de entre 6 y 12 terneras. A partir de los 6 meses de edad, y hasta que son novillas listas para preñez, se pueden mantener en grupos de entre 10 y 20 animales.

CAPÍTULO 7: Conclusiones y recomendaciones.

7.1 Conclusiones

1. Se elaboró una guía que contiene más de 40 recomendaciones de diseño para distintas variables en instalaciones como establos, sala de ordeño, camino y patio de maniobras, sala del tanque de leche, bodegas de concentrado, y espacios para terneras y novillas.
2. Se analizó la forma en que opera una lechería con sistema semi estabulado, dando pautas generales de las operaciones e instalaciones necesarias en este tipo de actividad.
3. Se determinó que el funcionamiento típico de una lechería es difícil de plantear ya que cada unidad trabaja de forma distinta. No obstante, se pueden definir características en común que evidencian las labores más importantes y las relaciones entre ellas.
4. En la mayoría de lecherías visitadas, se observó que los animales se mantienen en el espacio de descanso durante la noche, protegiéndose del clima adverso y de los delincuentes. Durante el día, se ordeñan 2 veces (mañana y tarde), y en los lapsos entre ordeños se mantienen en potrero.
5. En términos generales, el establo y la sala de ordeño es preferible que se encuentren juntas, para en caso de mal tiempo los animales no tengan problema de movilizarse de un espacio al otro. Entre ambos espacios debe haber una sala de espera, la cual

- puede tener comederos. Todo debe estar techado, y la sala de ordeño debe estar aislada de los demás espacios (no permitir flujo de aire desde el establo hacia la sala).
6. La bodega (o silo para concentrado) y el cuarto del tanque deben tener acceso hacia el patio de maniobras, para facilitar la entrada de concentrado y la salida de leche.
 7. La mayoría de fincas no aprovechan el agua de lluvia. Esto es un desperdicio importante de un recurso que se podría utilizar en limpieza de espacios o hidratación de animales, ahorrando agua potable y reduciendo costos de la finca.
 8. Se evidenció que en nuestro país no existe legislación concreta relacionada a la construcción de lecherías. Las leyes contienen artículos referentes a la comodidad de los animales, a manejo de desechos o a protección de la salud pública, pero no profundizan en regulaciones de espacios y diseños de instalaciones.
 9. La regulación más detallada en términos de diseño y construcción de instalaciones lecheras la tiene la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., pero aún ellos sólo profundizan en lineamientos para sala del tanque y la sala de ordeño.
 10. Existen organismos con OIRSA, SENASA, INTA y otros que han hecho esfuerzos por crear un documento con guías de construcción para lecherías, pero aún estos no profundizan en recomendaciones cuantitativas.
 11. Se tipificaron las instalaciones de las lecherías visitadas, encontrando una gran variedad de condiciones para cada variable estudiada. En su mayoría las instalaciones son antiguas y no promueven la comodidad de animales y operarios, lo cual reduce el rendimiento general de la finca.

12. Pocas lecherías cuentan con un patio de maniobras apropiado (en muchos casos no tienen del todo), lo que obliga al camión recolector de leche a virar en la calle pública, o entrar en reversa hasta el acceso al tanque de leche.
13. Los establos tipo galerón, requieren mayor inversión inicial ya que deben construirse los cubículos de descanso, caños recolectores de desechos, y estructuras como comederos y bebederos, entre otras. Además, necesitan diseños muy exactos que se ajusten al tamaño de las vacas. No obstante, presentan la ventaja de trabajar cada vaca de forma individual, dándole comodidad, agua y comida por separado a cada una y eliminando el factor de competencia entre ellas.
14. En contraparte a lo anterior, se determinó que los establos tipo espacio común (invernadero) necesitan menor inversión en instalaciones y facilita la determinación del celo. No obstante, requieren mayor mantenimiento (al secar la cama suave). Además, los animales compiten entre sí por el alimento y agua, lo que puede generar diferencias en la nutrición de unos y otros animales.
15. Se determinó que el sistema más cómodo para el ordeño es la fosa, colocando a los animales en espina de pescado a lo largo de un pasillo sin divisiones. La sala debe estar aislada del resto de la instalación, para evitar entrada de contaminantes, polvo o plagas. Se debe hacer esfuerzos para mantener la sala de ordeño tan limpia como sea posible, para asegurar la seguridad de la leche extraída, así como de los animales ordeñados.

16. Todas las lecherías que utilizan un silo para almacenar concentrado, indican que es una opción más cómoda que los sacos. Así se evita la construcción de más infraestructura y se reducen las pérdidas por roedores o pájaros.
17. Se determinó que el manejo de terneras y novillas varía mucho entre cada finca. Esto hace difícil caracterizar los espacios para dichos animales a partir de la observación de una muestra y confirma la necesidad de iniciar un proceso de investigación más profundo enfocado a estas instalaciones en específico.
18. Se elaboró una base de datos (incluye fotos) con los detalles constructivos de las instalaciones visitadas. Esta se considera el primer paso para completar la base de datos de Dos Pinos, la cual contiene la información de todos sus productores y actualmente carece de la información de las instalaciones de cada uno.
19. Se construyó una guía para recolectar la información referente a infraestructura de las lecherías. Este puede utilizarse para continuar el estudio, y evaluar las demás lecherías de la cooperativa.

7.2 Recomendaciones.

- Se recomienda continuar este estudio, y abarcar todas las lecherías asociadas a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L, que se localizan en el Valle Central y trabajan con sistema semi estabulado, completando la base de datos construida y validando las recomendaciones brindadas.
- Definir en conjunto con entidades como el SENASA, la escuela de Zootecnia de la U.C.R. o la escuela de Medicina Veterinaria de la UNA, los conceptos de “instalaciones adecuadas” o “instalaciones acordes a las necesidades de la actividad”, para complementar los reglamentos y leyes que utilizan este tipo de expresiones pero que no las definen cuantitativamente.
- Realizar estudios en las siguientes líneas de investigación, derivadas de los resultados de este primer estudio y que permitirían elaborar recomendaciones de diseño más especializadas:
 - ✓ Análisis térmico de los invernaderos utilizados como establo, para determinar el manejo adecuado de apertura de ventanas y regulación de temperatura y humedad relativa interna, para comodidad de animales o secado de la cama suave.
 - ✓ Diseño de pisos en los espacios de la lechería, ya que este es uno de los puntos observados más problemáticos. Estos pisos sufren de cargas que los exigen estructuralmente, y en especial están en contacto con ácidos (leche y excrementos) y productos de limpieza que aceleran los daños.

- ✓ Estudio de tiempos y movimientos de los animales y trabajadores, para determinar la distribución óptima de espacios según el trabajo diario realizado.
 - ✓ Estudio del manejo óptimo de la cama suave según su composición y nivel de compactación, para determinar si romper la cama cada día es mejor que mantener una superficie compactada con buen drenaje. .
 - ✓ Determinación de las medidas de espacios como cubículos y pasillos, adaptadas al tamaño de los animales de nuestro país. Esto porque los diseños internacionales toman como referencia animales más grandes que los nuestros.
 - ✓ Análisis de correlación entre los distintos tipos de sala de ordeño, o espacios de descanso, con la productividad de la finca. Esto para definir qué tipo de infraestructura mantiene más cómodos a los animales y permite obtener mayor cantidad y calidad de leche.
 - ✓ Análisis de factibilidad económica para un proyecto de remodelación de una lechería típica de nuestro país. Esto por ejemplo, para definir la posibilidad de que productores cambien de un sistema de ordeño en cepos a uno con fosa.
- Incluir dentro de los cursos de Ingeniería Agrícola, el tema de instalaciones para el manejo de animales (caballos, vacas, cerdos, etc), ya que es un campo poco estudiado en nuestro país, y cuyo gremio necesita guía profesional que los ayude a reducir costos y aumentar productividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R., Comerford, J., Ford, S., Graves, R., Heald, W., Heinrichs, A., y otros. (1995). *Dairy Reference Manual* (Tercera ed.). Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
- American Concrete Institute (ACI). (2011). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11)*. Farmington Hills.
- Andrade, M. (11 de Enero de 2012). Gestora lechera del Programa de Transferencia de Tecnología de Cooperativa Dos Pinos para la zona de Coronado. (F. Calleja, Entrevistador)
- ASHRAE. (2005). 2005 ASHRAE Handbook-Fundamentals. (Vol. F10 Environmental control for animals and plants). Atlanta.
- Asociación Costarricense de Geotecnia. (1994). *Código de Cimentaciones de Costa Rica*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Benavides, C. (15 de Julio de 2012). (F. Calleja, Entrevistador).
- Bickert, W., Holmes, B., Janni, K., Kammel, D., Stowell, R., & Zulovich, J. (2000). *Dairy Freestall, Housing and Equipment* (7 ed.). Ames: Iowa State University
- Castro, J., & Barrantes, R. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Southeast Michigan Council of Governments (SEMCOG). (2008). *"Low Impact Development Manual for Michigan"*. Michigan.

- Díaz, V. A. (2003). *Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación, suplementación estratégica en pastoreo*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Dirección Regional Central Occidente del MAG. (2007). *Agrocadena de leche*. Grecia, Alajuela: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Fernández, M. (2005). Bienestar animal y diseño de instalaciones para vacuno lechero. *Mundo Ganadero*(177).
- García, K., Gastaldi, L., Ghiano, J., Domínguez, J., Sosa, N., Massoni, F., y otros. (2010). *Manejo del estrés calórico en el tambo*. Recuperado el 30 de Setiembre de 2012, de PublicARG: [http://publicarg.com/agro\(23manejo.html](http://publicarg.com/agro(23manejo.html)
- Gasque, R. (2008). Capítulo 6. Instalaciones y Estructuras Ganaderas. En R. Gasque, *Enciclopedia Bovina* (págs. 235-250). México D.F.: Universidad Autónoma de México.
- González, J. (27 de Marzo de 2012). Presidente de la Cámara Nacional de Productores de Leche. (F. Calleja, Entrevistador).
- Graves, R., McFarland, D., & Tyson, J. (2009). *Designing and building dairy cattle freestalls*. Pensilvania: Penn State, Agricultural and biological engineering.
- Graves, R., McFarland, D., Tyson, J., & Wilson, T. (2006). *Penn state housing plans for milking and special-needs cows*. Pensilvania: Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES).
- Graves, R., Tyson, J., & McFarland, D. (2010). *Freestall Shelter Floorplans and Components*. Pensilvania: Penn State, Agricultural and biological engineering.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1996). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2006). *Sistemas Intensivos de Producción Bovina, Manejo e Instalaciones*. San José.
- Kammel, D. (2001). *Remodeled Parlors*. Biological Systems Engineering Department: University of Wisconsin-Madison.
- Leclair, R. (2004). *Manual Centroamericano: Normas para el diseño geométrico de carreteras regionales* (Segunda ed.). Ciudad de Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana (CIECA).
- Ley de bienestar de los animales (N° 7451). (1994, 3 de Noviembre). *Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica*, Noviembre 17, 1994.
- Ley General de Salud (N° 5395). (1973, 30 de Octubre). *La Gaceta*, 222, Noviembre 24, 1973.
- Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal (N° 8495). (2006, 16 de Mayo). *La Gaceta*, 93, Mayo 16, 2006.
- Martin, J. (1998). Siting large dairy facilities. *Fourth International Dairy Housing Conference*, 29-36.
- Mateu, E., & Casal, J. (2003). Tamaño de la Muestra. *Revista de Epidemiología y Medicina Preventiva*, 1, 8-14.
- Navarro, L. (2011). *Recomendaciones para el diseño de infraestructura para plantas de acondicionamiento y empaque de productos hortifrutícolas de acuerdo a las*

principales normas nacionales y estadounidenses. Tesis de grado de licenciatura, Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica. San Pedro: UCR.

Neufert, E. (1995). *El arte de proyectar en arquitectura.* Barcelona: Gustavo Gili S.A.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2007). *Manual Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras para Centroamérica, Panamá y Belice.* San Salvador: Coordinación Regional de Inocuidad de Alimentos.

Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. *IX Congreso Nacional de Ciencias Exploraciones dentro y fuera del aula* (pág. 6). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Reinemann, D. (1996). *Milking Center Options.* Biological Systems Engineering Department: University of Wisconsin-Madison.

Reinemann, D. (2003). *Milking Parlor Types.* UW-Madison Milking Research and Instruction Lab.

Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación (N° 34859-MAG). *Presidencia de la República*, Octubre 20, 2008.

Reglamento de Lineamientos para la Aplicación de Purines (SENASA-DG-D-003-2010). *Servicio Nacional de Salud Animal.* Octubre 21, 2010.

Reglamento de Recibo de Leche. *Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.*, Abril 6, 2010.

Salazar, C. (27 de Marzo de 2012). Economista Agrícola de la Cámara Nacional de Productores de Leche. (F. Calleja, Entrevistador).

- Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA). (2012). Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche. Heredia: Dirección de Operaciones, Unidad de Gestión de Calidad.
- Vilaboa Arroniz, J., Díaz Rivera, P., Wingching Jones, R., & Quirós Madrigal, O. (13 de Junio de 2011). *Características de la Industria Lechera en Costa Rica*. Recuperado el 22 de Enero de 2012, de Engormix: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industria-lechera/articulos/industria-lechera-en-costa-rica-t3408/472-p0.htm>
- Wattiaux, M. (2011). CRIANZA DE TERNERAS—DEL DESTETE AL PARTO. En M. Wattiaux, *Esenciales Lecheras* (págs. 129-132). Winsconsin-Madison : Instituto Babcock.
- WingChing, R., Cabalceta, G., & Alvarado, A. (2009). Impacto del pastoreo con ganado Holstein y Jersey sobre la densidad aparente de un andisol. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 371-379.
- Zickmund, W., & Babin, B. (2009). *Investigación de Mercados*. México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.

APÉNDICE A. Definición del tamaño de muestra y estratificación.

La población a estudiar está compuesta por las lecherías afiliadas a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., ya que es a través de ella que se plantea el proyecto y se recibe el apoyo para lograr los objetivos. Se incluyen únicamente las lecherías que utilicen únicamente sistema semi-estabulado, y que se localizan en la meseta central, específicamente en Alajuela, Cartago y Coronado.

Estas instalaciones corresponden al piso altitudinal premontano y montano bajo, manteniéndose en la zona de vida de bosque húmedo o bosque muy húmedo. Esta condición, permite saber que las fincas a estudiar tienen condiciones climatológicas similares, ya que según Quesada (2007), en estas zonas se manejan temperaturas de entre 12 y 24°C, en un rango altitudinal de entre 700 y 2 700 msnm.

En total, la población a estudiar se compone de 65 lecherías.

El tamaño de la muestra a estudiar se calcula con el método propuesto por Mateu y Casal (2003), utilizando la ecuación 1, y aplicando la corrección (ecuación 2) que los mismos autores dan para muestras pequeñas. La estratificación de la muestra se realiza según el método que sugiere Hernández, Fernández y Baptista (1996), indicada en la ecuación 3.

$$n = \frac{z^2 pq}{B^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

n = tamaño de la muestra.
z = valor estándar que corresponde al nivel de confianza (Zickmund & Babin, 2009)
p = frecuencia esperada del factor a estudiar
q = 1-*p*
B = precisión o error admitido

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{n} + \frac{1}{N} \quad (\text{Ecuación 2})$$

n' = tamaño de la muestra necesario
n = tamaño de la muestra según la ecuación 1.6-1
N = tamaño de la población

$$fh = \frac{n}{N} \quad (\text{Ecuación 3})$$

fh = fracción del estrato
n = tamaño de muestra
N = tamaño de población

Con la ecuación 1, con *z*=1,65 (según tabla A.2 de Zickmund & Babin (2009) para 90% de confianza), *B*= 0,1 (10% de error permisible), *p*=0,5 (50% de frecuencia esperada del factor a estudiar), y *q*=0,5 (*q*=1-*p*), el tamaño de muestra se calcula como sigue.

$$n = \frac{(1,65)^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2} = 68,0625 \text{ unidades muestrales}$$

Con la ecuación 2 se obtiene el tamaño real de la muestra.

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{68,0625} + \frac{1}{65} = 0,0301$$

$$n' = 32 \text{ lecherías}$$

Para la estratificación de la muestra, se utiliza la ecuación 3.

$$fh = \frac{32}{65} = 0,5077$$

Así, del censo disponible se sabe que la población se compone de 11 en Alajuela, 28 en Cartago y 25 en Coronado, se procede a calcular cuantas deben estudiarse en cada lugar.

$$n'_{alajuela} = 11 * fh = 11 * 0,5077 = 6 \text{ lecherías}$$

$$n'_{cartago} = 28 * fh = 28 * 0,5077 = 14 \text{ lecherías}$$

$$n'_{coronado} = 25 * fh = 25 * 0,5077 = 12 \text{ lecherías}$$

APENDICE B. Memoria de cálculo de grosor de losa de concreto para pisos.

El diseño de la losa para pisos se realiza tomando el criterio de cortante de punzonamiento, considerando la pata de la vaca como una columna apoyada en el piso.

Así, se toma un grosor de la losa (d) de 10 cm, y se verifica que se encuentre por debajo del máximo permitido según la ecuación 4 de la ACI (2011).

$$\frac{V'_u}{\phi * 4 * b * d'} \leq \sqrt{f'c} \quad (\text{Ecuación 4})$$

V'_u = fuerza cortante última (kg)

Φ = factor de seguridad

b = ancho del área de aplicación de la fuerza (cm)

d' = grosor de la losa hasta el refuerzo de acero (cm)

$f'c$ = esfuerzo de compresión del concreto (kg/cm²)

La fuerza cortante última (V'_u), se obtiene tomando la fuerza que se aplica en una pata del animal (tomando la raza Holstein como referencia por ser más pesada, 525 kg en promedio), y multiplicándola por un factor de 1,6, como indica el código de construcciones de Costa Rica para el cálculo de cargas vivas. Así:

$$V'_u = (1,6 * 525 \text{ kg}) / 4 = \mathbf{210 \text{ kg}}$$

El ancho del área de contacto, según datos de la ACI (2011) se toma como el ancho de la columna (en este caso se toma un aproximado de 10 cm de ancho de cada pata del animal), sumándole una distancia $d/2$ a cada lado de la columna. Así:

$$b = 10 \text{ cm} + 10/2 + 10/2 = \mathbf{20 \text{ cm}}$$

Se multiplica por 4 para tener el perímetro del área de aplicación de la fuerza.

$$4b = \mathbf{80 \text{ cm}}$$

La distancia al refuerzo de acero (d'), es igual a la mitad de la losa, ya que la malla electrosoldada que se coloca debe ir a la mitad del piso. Así:

$$d' = 10/2 = \mathbf{5 \text{ cm}}$$

El factor Φ , la ACI (2011) lo define como **0,85**, para losas sometidas a cortante y flexión únicamente.

Finalmente, el $f'c$ a utilizar es de 280 kg/cm^2 , siendo este un concreto de mayor resistencia que los que se usan tradicionalmente en construcción de instalaciones pequeñas.

Así:

$$\frac{210 \text{ kg}}{0,85 * 80 \text{ cm} * 5 \text{ cm}} \leq \sqrt{280} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$0,617 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 16,733 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como se observa, utilizando una losa de 10 cm de grosor reforzada con acero por temperatura, se soporta satisfactoriamente el peso de los animales más pesados.

ANEXO A. Evaluación aplicada a las lecherías estudiadas.

Información General

Nombre del Asociado: _____

Número de Asociado: _____

Tamaño del Rabaño: Vacas: _____ Terneras: _____

Raza: _____

Rango de peso vacas: _____

Leche producida: _____

Posición geográfica de la lechería: Lat: _____ Long: _____

Riesgo de inundación: Sí / No

Cerca de la finca: Púa: _____ Eléctrica: _____

Fuente de agua potable: _____

Calidad del agua: _____

Consumo de agua: _____

Tratamiento de aguas residuales.

Servidas: _____

Negras: _____

Pluviales: _____

Camino y Patio de Maniobras.

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Tamaño Camino | Ancho (m): _____ | | | | |
| Mat. Camino | | | | | |
| Cuneta | | | | | |
| Tamaño patio de maniobras | Largo (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| Material Patio de maniobras | | | | | |

Establo

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|---------------------|---------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dimensión | Largo (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Alto (m): _____ | | | | |
| Dim. Cubículo | Largo (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Alto (m): _____ | | | | |
| | Pendiente (%): _____ | | | | |
| | Alt. Grada (cm): _____ | | | | |
| Material Paredes | | | | | |
| Material Pisos | | | | | |
| Material Camas | | | | | |
| Dim. Comedero | Largo (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Ángulo (°): _____ | | | | |

Establo

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Pasillo Circulación | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Pendiente (%): _____ | | | | |
| Caño recolector estiércol | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Prof. (cm): _____ | | | | |
| | Pendiente (%): _____ | | | | |
| Dim. Bebederos | Altura (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Prof. (cm): _____ | | | | |
| | Caudal (l/s): _____ | | | | |
| Ventilación | Cant. Vent. _____ | | | | |
| | Tamaño Vent. _____ | | | | |

Observaciones adicionales:

Tipo de sala: _____

Sala de Ordeño

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|---------------------|------------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dimensión de sala | Altura (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| Material paredes | | | | | |
| Material pisos | | | | | |
| Cantidad Cubículos | | | | | |
| Dimensión cubículos | Altura (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| Tiempo ordeño/vaca | | | | | |
| Recip. Comida | Altura de suelo(m): _____ | | | | |
| | Altura (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |

Sala de Ordeño

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|--------------------------------|---------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dim. Puerta ingreso | Alto (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| Dim. Puerta salida | Alto (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| Dim. Puerta ingreso (cubiculo) | Alto (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| Dim. Puerta salida (cubiculo) | Alto (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| Dim. rejilla excrementos | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| Fosa de ordeño | Alto (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |

Sala de Ordeño

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|-----------------------|--------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Drenaje fosa ordeño | Ancho (cm): _____ | | | | |
| | Prof. (cm): _____ | | | | |
| Tipo equipo ordeño | | | | | |
| Posición línea ordeño | | | | | |
| Ventilación | Cant. Ventanas: _____ | | | | |
| | Tamaño Vent: _____ | | | | |

Observaciones Adicionales:

Sala de Leche

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|-----------------------|-------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Tanque almacen. | Capacidad (l): _____ | | | | |
| | Material: _____ | | | | |
| Dim. Cuarto | Altura (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| Protección plagas | | | | | |
| Lavamanos | | | | | |
| Mat. Paredes | | | | | |
| Mat. Pisos | | | | | |
| Mat. Techos | | | | | |
| Iluminación protegida | | | | | |
| Facilidad de limpieza | | | | | |

Observaciones adicionales:

Ubicación Bodega: _____

Bodegas

Productos almacenados: _____

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|-----------------------|------------------------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dimensiones | Altura (m): _____ | | | | |
| | Ancho (m): _____ | | | | |
| | Largo (m): _____ | | | | |
| Ventilación | Cant. Ventanas: _____ | | | | |
| | Tamaño Ventanas: _____ | | | | |
| Protección Plagas | | | | | |
| Mat. Paredes | | | | | |
| Mat. Pisos | | | | | |
| Colocación insumos | | | | | |

Observaciones Adicionales:

Sala terneras y novillas

Terneras.

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|----------------|--------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dimensiones | Altura (m): | | | | |
| | Largo (m): | | | | |
| | Ancho (m): | | | | |
| Material Pisos | | | | | |
| Mat. Paredes | | | | | |
| Mat. Piso | | | | | |

Novillas

| Variable | Cond. Actual | Cond. Óptima | Cumple | | Observaciones |
|----------------|--------------|--------------|--------|----|---------------|
| | | | Sí | No | |
| Dimensiones | Altura (m): | | | | |
| | Largo (m): | | | | |
| | Ancho (m): | | | | |
| Material Pisos | | | | | |
| Mat. Paredes | | | | | |
| Mat. Piso | | | | | |

ANEXO B. Documentos relacionados a la obtención del CVO.

Pasos para el otorgamiento del CVO (extracto de documento código DP-PG-001 de SENASA).

1. El administrado que requiera la emisión de un CVO, solicita al funcionario del SENASA los requisitos para obtener el CVO según actividad, DO-PG-001-RE-003
2. El funcionario informa al administrado el Procedimiento General para el otorgamiento del CVO.
3. El funcionario indica al administrado que según se consigna, en la “Declaración Jurada para solicitar el Certificado Veterinario de Operación” DO-PG-001-RE-002 los documentos que el administrado debe presentar, y los requisitos que debe cumplir de acuerdo al tipo de actividad, además le informa del trámite para el pago correspondiente.
4. El funcionario entrega gratuitamente al administrado: Solicitud de Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-001, Declaración Jurada para solicitar el Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-002, Requisitos para obtener el CVO, DO-PG-001-RE-003.
5. El administrado cancela en una de las cuentas bancarias el monto correspondiente al servicio según lo indicado en Declaración Jurada para solicitar el Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-002.
6. El Administrado a los efectos de solicitar el CVO deberá presentar a la oficina correspondiente los siguientes documentos: Solicitud de Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-001, declaración Jurada para solicitar el Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-002, fotocopia de la cédula de identidad o certificación de personería jurídica, comprobante de pago del canon establecido según corresponda
7. El funcionario que recibe la documentación presentada, revisa la misma, constatando que se ha cumplido con toda la documentación y las firmas de los documentos Solicitud de Certificado Veterinario de Operación DO-PG-001-RE-001 y la Declaración Jurada para solicitar el Certificado Veterinario de Operación DO-PG 001-RE-002.
8. Si no cumple con todos los documentos solicitados, se le indica al Administrado los documentos omitidos y no se inicia el trámite, hasta tanto se cumpla con todos los requisitos.
9. Si cumple con todos los documentos solicitados, el funcionario procede a firmar el recibido en la solicitud y entrega el Comprobante de Recibo de la Solicitud.
10. El funcionario de SENASA abre un expediente a nombre del establecimiento.

11. La autoridad oficial hace el estudio correspondiente, verificando que cumpla con los requisitos, técnicos y administrativos según el tipo de establecimiento.
12. Si no cumple, comunica al administrado las razones técnicas o administrativas por las cuales no procede el otorgamiento del CVO y solicita al administrado que complete los requisitos.
13. El administrado presenta nuevamente los documentos que demuestren que cumple con lo solicitado.
14. Si cumple, el funcionario confecciona el CVO, asignando un número consecutivo por región con la siguiente codificación: SENASA-SIGLAS DE DIRECCION REGIONAL-NUMERO CONSECUTIVO-AÑO y se traslada con todos los documentos anexos, a la Autoridad Oficial para su revisión y firma.
15. La Autoridad Oficial, de encontrar todo conforme, procede a firmar el CVO y lo traslada nuevamente al funcionario que lo confeccionó.
16. La secretaria procede a fotocopiar el CVO original y comunica al administrado para que retire el CVO original en el mismo lugar donde presentó los documentos. Dicha copia debe ser firmada de recibido por el administrado, al momento de recibir el original, anotando además el nombre completo, número de cédula y la fecha.
17. El funcionario traslada la fotocopia del CVO firmada de recibido por el administrado y los documentos de respaldo, al Jefe del Departamento de Registro de las Direcciones Regionales del SENASA.
18. El Departamento de Registro procede a actualizar el registro de los establecimientos, con CVO otorgado.
19. El funcionario procede a archivar la copia del CVO con el recibido y demás documentos.