

ALGUNOS ASPECTOS ECONOMICOS DE LA SECCION DE MATANZA DE LA
COOPERATIVA MATADERO NACIONAL DE MONTECILLOS, COSTA RICA

Tesis de Grado de *Magister Scientiae*

Derli Chaves Machado da Silva

Unidad de Economía Agrícola

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
• Centro de Enseñanza e Investigación
Departamento de Desarrollo Rural
Turrialba, Costa Rica
Julio, 1969

ALGUNOS ASPECTOS ECONOMICOS DE LA SECCION DE MATANZA DE LA
COOPERATIVA MATADERO NACIONAL DE MONTECILLOS, COSTA RICA

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Consejero

Manuel Vidal, Dr.Ing.Agr.



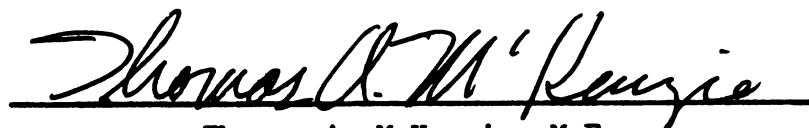
Comité

C. V. Plath, Ph.D.



Comité

Pritpal Singh, B.Litt.



Comité

Thomas A. McKenzie, M.F.

Junio, 1969

Para Marlene

e

Tânia

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer sinceramente:

Al Dr. Manuel Vidal, Consejero Principal, por su constante ayuda, estímulo y orientación.

Al Dr. C. V. Plath, por la criteriosa supervisión de la redacción final de este trabajo.

A los Profesores Thomas A. McKenzie y Pritpal Singh, miembros del Comité Consejero, por sus acertados consejos.

De una manera muy especial, al Dr. Gilberto Páez por la desinteresada y decisiva contribución a la elevación del nivel académico de este estudio.

Al Dr. Carlos Socias Schlottfeldt por su estímulo, y al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por la concesión de la ayuda financiera necesaria a sus estudios.

A los Ings. José Henrique Aguilar y Elias Soley por su valiosa ayuda en la ejecución de este trabajo.

A la Junta Directiva, Gerente y funcionarios de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L. por la amplia y sostenida colaboración prestada.

A los profesores, colegas y amigos que han contribuido a la realización de este estudio.

BIOGRAFIA

El autor nació en Pôrto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil en el 22 de enero de 1941. Hizo sus estudios secundarios en el Instituto Educacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. En 1964, se graduó como médico-veterinario en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul. En 1966 hizo estudios graduados en Economía Agrícola en la misma Universidad. Trabajó en su profesión en su ciudad natal hasta septiembre de 1967, cuando ingresó en la Unidad de Economía Agrícola de la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.; obtuvo el grado de Magister Scientiae en julio de 1969.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCION	1
1.1. El problema	1
1.2. Cbjetivos	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Informaciones generales	3
2.2. Informaciones sobre la Cooperativa Matadero Na- cional de Montecillos (CMNM)	6
2.2.1. Antecedentes	6
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1. Localización de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L.	10
3.2. Instalaciones	10
3.2.1. Instalaciones para vacunos	11
3.2.2. Instalaciones para cerdos	11
3.3. Capacidad de la sección de matanza	14
3.4. Horario de trabajo de la sección de matanza	15
3.5. Funcionamiento de la sección de matanza	16
3.5.1. Descripción de las operaciones de matanza de vacunos	16
3.5.2. Descripción de las operaciones de matanza de cerdos	26
3.6. Orden de la matanza diaria	28
3.6.1. Vacunos	28
3.6.2. Cerdos	29
3.7. Variaciones en el tiempo de la demanda de carne en el área de abastecimiento de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos	29
3.7.1. Variación diaria	29
3.7.2. Variación estacional	30

	<u>Página</u>
3.8. Recolección de la información	31
3.9. Análisis de la información	34
3.9.1. Función de costo	35
3.9.2. Función de beneficio	36
4. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1. Relación entre el número semanal de animales sa- crificados y el costo	37
4.2. Influencia del número de vacunos adultos, número de terneros y número de cerdos sacrificados <u>so</u> bre el costo de matanza	38
4.3. Influencia del número de vacunos adultos, número de terneros y número de cerdos sacrificados <u>so</u> bre el beneficio bruto de matanza	39
4.4. Beneficio máximo condicional	40
4.5. Beneficio bruto óptimo posible dentro de las li- mitaciones actuales de la CMNM	45
5. CONCLUSIONES	47
6. RESUMEN	48
7. RESUMO	51
8. SUMMARY	54
9. LITERATURA CITADA	57
10. APENDICE	59

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
1	Actividades de matanza de vacunos y su correspondiente localización, número de obreros por categoría y costo. CMNM, Costa Rica, 1968 ...	19
2	Explicación del código para "lugar" en el Cuadro 1 y en las Figuras 1 y 2	24
3	Actividades de matanza de cerdos, número de obreros por categoría y costo. CMNM, Costa Rica, 1968	27
4	Valor del ingreso e impuesto promedios cobrados por matanza de animales y por categoría ..	32
5	Matriz de correlaciones lineales entre el número semanal de animales sacrificados: vacunos adultos (X_1), terneros (X_2), cerdos (X_3) y el costo de mano de obra de matanza	37
6	Coefficientes cuadráticos puros y mixtos de la función de beneficio	40
7	Ingreso (I), costo estimado (\hat{Y}) y beneficio bruto estimado (B) para diversas combinaciones de cerdos (X_3) y el número óptimo de vacunos adultos (X_1), manteniendo constante el número de terneros ($X_2 = 15$). CMNM, Costa Rica, 1968 ..	43
8	Número extremo de vacunos adultos (X_1) que hace el beneficio bruto igual a cero, para diversos valores de cabezas de cerdo (X_3) manteniendo el número de terneros fijo ($X_2 = 15$). CMNM, Costa Rica, 1968	44
9	Beneficio óptimo condicionado al rango de operabilidad de la CMNM, fijando número de terneros ($X_2 = 15$), vacunos adultos ($X_1 = 2185$) y manteniendo variable el número de cerdos (X_3). CMNM, Costa Rica, 1968	46

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
1	CMNM: Plano de la sala de matanza, planta alta (modificado)	12
2	CMNM: Plano de la sala de matanza, planta baja (modificado)	13
3	Superficie de respuesta como función cuadrática en 3 variables ($X_2 = 15$)	42

1. INTRODUCCION

Con el desarrollo ganadero de Costa Rica y el aumento de las existencias de ganado, el país pasó a tener excedentes exportables. Desde el año ganadero 1953-54 hasta 1957-58 se exportó principalmente animales en pié. Los mercados tradicionales para este tipo de exportación fueron el Perú y las Antillas Holandesas. A partir de 1958-59 se instalaron plantas empacadoras de carne en el país y se empezó la exportación de carne fría y congelada.

La Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L. (CMNM) es una sociedad cooperativa dedicada al beneficio del ganado bovino y de cerdos (4). Sus instalaciones son de propiedad del Consejo Nacional de Producción de Costa Rica (CNP)* que a la vez es uno de sus socios.

1.1. El Problema

El Matadero Nacional debería servir tanto para el consumo interno de la región de la Meseta Central como para exportación (7). Su utilización para el consumo interno del país le permitiría funcionamiento continuado todo el año. Su mejor aprovechamiento se lograría mediante el cierre de los mataderos de los cantones centrales de San José, Heredia y Alajuela que en la época no presentaban condiciones higiénicas de funcionamiento (8, 21). Evidentemente esto planteó el problema del establecimiento de una empresa de mayor envergadura que esté en capacidad de procesar un mayor número de animales (7). En Costa Rica, según estimación de la Oficina de Planeamiento de la Presidencia de la República (9) se destazaron en 1967, 160.914 cabezas

* Agencia autónoma del gobierno costarricense, uno de los ejecutores de la política agrícola en el país (15).

de vacuno para consumo interno y exportación. Datos recogidos en este trabajo caracterizan para este mismo año una matanza real de 65.572 vacunos en el CMNM. Vale decir, que en la CMNM se mata alrededor del 40% de la matanza total de vacunos del país lo que da una buena idea de lo que esta empresa representa para la economía nacional*. De ahí la necesidad de un estudio más detenido sobre las operaciones del matadero en general y en particular de la sección de matanza, que es la que demanda mayor erogación.

1.2. Objetivos

Los objetivos del presente estudio fueron:

- a) Estudiar la relación entre el número de animales sacrificados y el beneficio obtenido por la Sección de Matanza de la CMNM.
- b) Determinar la actividad óptima a que se puede llegar usando la planta con sus limitaciones actuales.

* El consumo promedio de carne en Costa Rica fue de 14,7 kg por habitante en 1966, el valor más alto para Centroamérica que tiene un consumo promedio de 7,9 kg por habitante (19).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Informaciones generales

Los países de América Latina carecen de informaciones que permitan analizar y comparar adecuadamente los niveles de eficiencia y productividad de la industria pecuaria. Esto se nota particularmente en las actividades ganaderas que cuentan con contabilidad y registros deficientes que no permiten efectuar estudios apropiados de funciones de producción (3).

En un estudio publicado por FAO, Burdette y Abbott (2) analizaron detenidamente los aspectos económicos del sacrificio y la elaboración de la carne. Dichos autores hacen énfasis especial en las operaciones de sacrificio en países menos desarrollados, en el control sanitario, en los tipos de construcción, ubicación y costos del procesamiento de la carne.

Desafortunadamente la mayoría de los estudios sobre mataderos industriales se han llevado a cabo en los países de industria ganadera más desarrollada donde también existe un fuerte mercado consumidor de carnes, y muy poco o casi nada se ha hecho al respecto en los países menos desarrollados.

Stout y Dickey (23) estudiaron la industria de mataderos del estado de Ohio, E.U.A., a través de una muestra de 31 plantas emparadoras de carne que representan alrededor de dos tercios de la matanza comercial en este estado. Este estudio contiene observaciones sobre la productividad del trabajo en las salas de matanza así como sobre

los tipos de compra y venta del ganado y de la carne a nivel estatal. Estudio similar realizado por Reid, Rhodes y Kiehl (20) abarcó la investigación de diversos aspectos económicos en 48 pequeños mataderos del estado de Missouri, E.U.A. Pequeños mataderos fueron definidos como aquellos que mataron de 500 a 30 000 cabezas de vacunos por año y de cero a 30 000 cabezas de cerdo por año. Se encontró una variación considerable en la eficiencia del trabajo de matanza y los sueldos. Muchas plantas con baja eficiencia pagaron los sueldos más altos y por lo tanto los costos del trabajo de matanza tuvieron amplia variación.

Sanders, Frazier y Padgett (22), en el estado de Georgia, E.U.A. estudiaron minuciosamente la operación y los costos en cuatro plantas empacadoras de diversos tamaños. Los costos variables fueron suepuestos como siendo directamente relacionados con el volumen de producción de la planta y variaron en una relación directa al número de animales sacrificados.

También anotaron el tiempo necesario para los diversos procedimientos en la matanza de vacunos y cerdos. Los principales factores que afectaron la eficiencia de las operaciones de matanza de bovinos y cerdos fueron: a) tamaño y diseño de los mataderos; b) tamaño, tipo y cantidad de equipo utilizado en la operación de matanza; c) número de obreros asignados a las operaciones de matanza; d) equilibrio de la cuadrilla de matanza; e) motivación y nivel de habilidad de los obreros; f) métodos de trabajo y patrones de locomoción usados por trabajadores individuales; g) diferencias en los costos de trabajo y

h) tipo de inspección de carnes adoptada. Además, el costo de mano de obra (sueldos) fue el mayor gasto de las plantas en el proceso de sacrificio de ganado.

Mc Intosh (17) encontró entre los factores limitantes al pleno funcionamiento de los matadores de la región nordeste de los Estados Unidos el aprovisionamiento deficiente de la refrigeración y la escasa demanda.

McIntosh y Trotter (18) en otro estudio sobre la utilización del trabajo en operaciones de matanza en el nordeste de los Estados Unidos encontraron una relación inversa entre el volumen anual de cerdos sacrificados y el insumo de mano de obra por cabeza. En contraste, las operaciones de matanza de vacunos indicaron muy pequeña o ninguna relación entre el volumen anual de matanza y el insumo de mano de obra por cabeza. Los autores, basándose en el monto de mano de obra usado por las firmas más eficientes, elaboraron un conjunto de estándares de trabajo. Los estándares indicaron que la mayoría de las plantas podría bajar el insumo de mano de obra por cabeza de cerdo o de vacuno.

Franzmann y Kuntz (11) en trabajo publicado sobre mataderos de vacunos en el sudoeste de los Estados Unidos notaron que incrementos en la producción se conseguían primariamente por el incremento del número de obreros de bajos sueldos.

Hammons (12) estudió detalladamente las operaciones de matanza de cerdos en mataderos de los Estados Unidos con capacidad de 60 a 150 cerdos por hora. Hizo estudios de tiempo, costos y de productiviu

dad y presentó planos de mataderos que más se ajustaban a las condiciones de su estudio. El mismo autor (13) realizó un estudio similar para vacunos.

2.2. Informaciones sobre la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos (CMNM).

La CMNM funciona desde el 25 de marzo de 1964 (7) ininterrumpidamente, al principio como una dependencia del Consejo Nacional de Producción (CNP) y después como una entidad cooperativa autónoma. A continuación se detalla el historial de la CMNM.

2.2.1. Antecedentes

Según el Resumen de Leyes del Matadero Nacional de Montecillos (6), en octubre de 1959 la Ley 2437 autorizó la donación que hizo la municipalidad de Alajuela al C.N.P. de un terreno con más de dos hectáreas en el Cantón Central de esa Provincia*.

La Ley nº 2593 de julio de 1960 declaró de utilidad pública la construcción y el funcionamiento del Matadero Nacional en Montecillos. Establecía que el matadero debería "actuar conjuntamente con el C.N.P. como órgano regulador de los precios de las carnes de consumo popular".

El Consejo Nacional de Producción tiene las funciones de fomentar la producción agrícola e industrial y la estabilización de los precios de los artículos de consumo básico y de las materias primas

* Este terreno constituye hoy día los corrales de bovinos de la CMNM.

requeridas por la industria nacional (15).

En agosto de 1960 la Ley no. 2599 reformó la Ley Orgánica del Consejo Nacional de Producción. La reforma determinaba que del producto total de las ventas de la Fábrica Nacional de Licores de Costa Rica* se destinaría "un 3% del total para constituir un fondo especial para atender los gastos de la construcción del Matadero Nacional de Montecillos".

Una ley posterior determinó que el Consejo Nacional de Producción aportaría el 60% y los ganaderos el 40% del capital inicial de operación. Se sabe que el Sistema Bancario Nacional ofreció en oportunidad anterior facilidades de crédito para los ganaderos que quisieran asociarse en la Cooperativa.

Uno de los problemas más graves que surgió en la etapa de la construcción del Matadero Nacional de Montecillos fue la oposición de las Municipalidades y Juntas de Educación que temían por la desaparición de los ingresos que obtenían a través de sus mataderos locales**. Las entidades mencionadas, por la Ley no. 1823 de 22 de enero de 1954 recibían un impuesto de destace, pagado por los propietarios de los animales***. Este impuesto se destinaba a las entidades de los cantones que consumían la carne y no a las de los cantones productores.

* La Fábrica Nacional de Licores es el monopolio estatal de la fabricación de licores en el país. Es administrada por el Consejo Nacional de Producción.

** Comunicación personal, Ing. Elías Soley C., IICA, Turrialba, Costa Rica.

*** En la sección 3.8 se especifica el monto de este impuesto.

Solamente después de asegurarse a las Municipalidades y Juntas de Educación de que sus derechos no serían alterados, fue que se obtuvo el apoyo y la cooperación de estas.

Otro problema surgido en esta ocasión fue el de la ubicación de las instalaciones de un Matadero Nacional. Se pusieron de manifiesto muchos intereses locales y regionales*. Finalmente, se determinó la existencia de tres sitios favorables: Barranca (Puntarenas), San José y Alajuela.

Barranca presentaba las ventajas de aprovechar la proximidad de las instalaciones industriales del CNP (depósito de granos, plaza de ganado y otros) añadiendo una unidad más que sería el matadero (economía en la administración común). Además, Barranca sería el sitio ideal para la exportación por su proximidad al puerto de Puntarenas. Sin embargo, su desventaja radicaba en la gran distancia del principal mercado consumidor interno.

Por otro lado, San José tenía la ventaja de estar próximo al principal centro consumidor y la desventaja de la dificultad y alto costo de un lugar rodeado de áreas residenciales en constante y rápida expansión.

Por último, Alajuela, fue el lugar escogido por las siguientes ventajas mencionadas por Rodríguez (21):

- a) proximidad a la "Plaza de Ganado de Montecillos", lugar donde tradicionalmente se reúnen cada semana ganaderos de

* Comunicación personal, Ing. Elías Soley C., IICA, Turrialba, Costa Rica.

- todo el país para comercializar el ganado de carne;
- b) buena ubicación central para abastecer el área de consumo potencial de sus productos;
 - c) comunicaciones ferroviarias con los dos puertos de exportación del país (Puntarenas y Limón). Además, está unida a San José por la Autopista General Cañas y está en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional El Coco;
 - d) donación al Consejo Nacional de Producción de un terreno apropiado al lado de la Plaza de Ganado y situado en la zona industrial prevista en los planes reguladores de la ciudad de Alajuela;
 - e) existencia de agua potable abundante y prácticamente gratis ya que proviene de una fuente natural.

Por varias razones, la construcción de la CMNM sufrió demoras hasta que finalmente las circunstancias del país se hicieron favorables para la continuación y terminación de parte de las instalaciones de la CMNM que comenzaron a funcionar en julio de 1964, no obstante no contar con cámaras frigoríficas.

Herrera (15) estudió la organización y la operación de la CMNM especialmente en su aspecto contable, proponiendo una reforma a la Ley nº 2634 del 28 de setiembre de 1960. Hizo una descripción del sistema de contabilidad de la CMNM así como de la actividad de las cámaras de ganaderos del país.

3. MATERIALES Y METODOS

Para los fines del presente estudio, matanza tanto de vacunos como de cerdos se define como el conjunto de todas las operaciones efectuadas con los animales desde su entrada a los corrales de la CMNM hasta la entrega de la carne en canal. El término abarca también las operaciones auxiliares con vísceras y pieles.

3.1. Localización de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L.

Los datos del presente estudio fueron recolectados en la Sección de Contabilidad y en la Sección de Matanza de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L. (CMNM), Alajuela, Costa Rica. La CMNM tiene sus instalaciones y equipo en el lugar denominado Montecillos, a dos kilómetros del centro de la ciudad de Alajuela, capital de la provincia del mismo nombre.

La CMNM tiene una ubicación central en el país, en el centro de una región que cuenta con el mayor consumo anual per cápita de carne de res (16).

3.2. Instalaciones

La CMNM tiene instalaciones que son comparables a las de los más modernos mataderos industriales de otros países. La maquinaria con que cuenta dicho matadero tiene procedencia holandesa, fabricada por la N. V. Noord-Nederlandsche Machinefabriek, Winschoten. Este equipo llegó a Montecillos en el mes de abril de 1962 pero, como se ha

dicho, solo empezó a funcionar en el año 1964*.

La CMNM usa el sistema de líneas aéreas (rieles) para matanza de porcinos y vacunos, es decir, que el animal una vez colgado en la línea no baja más al piso hasta la entrega de la carne en canal. Es te sistema probó ser más eficiente en el control sanitario en relación a los métodos más antiguos (24).

La información completa sobre las instalaciones de la sala de matanza se encuentra en las Figs. 1 y 2 cuyas partes principales, sin mencionar los detalles, se pueden resumir en los siguientes puntos.

3.2.1. Instalaciones para vacunos: En la planta alta se encuentran plataforma y jaula para sacrificio, elevadores automáticos ("tackles") para animales, líneas aéreas con regulación automática de la velocidad (una en la pila de desangre, dos centrales principales, dos centrales auxiliares para el transporte de vísceras y cabezas), ductos recolectores para patas, cueros, vísceras, sangre y estiércol, plataformas elevadas fijas, plataformas hidráulicas móviles, mesas de inspección veterinaria y balanza para canales. En la planta baja hay además escaldadora para vísceras y centrífuga para limpiar estómagos.

3.2.2. Instalaciones para cerdos: Elevadores automáticos ("tackles"), línea aérea manual, escaldadora y máquina depiladora.

El transporte de vísceras hasta la planta baja se hace en los ductos, por acción de la gravedad.

* Comunicación personal, Ing. José E. Aguilar M., Junta Directiva de la CMNM, Consejo Nacional de Producción, San José, Costa Rica.

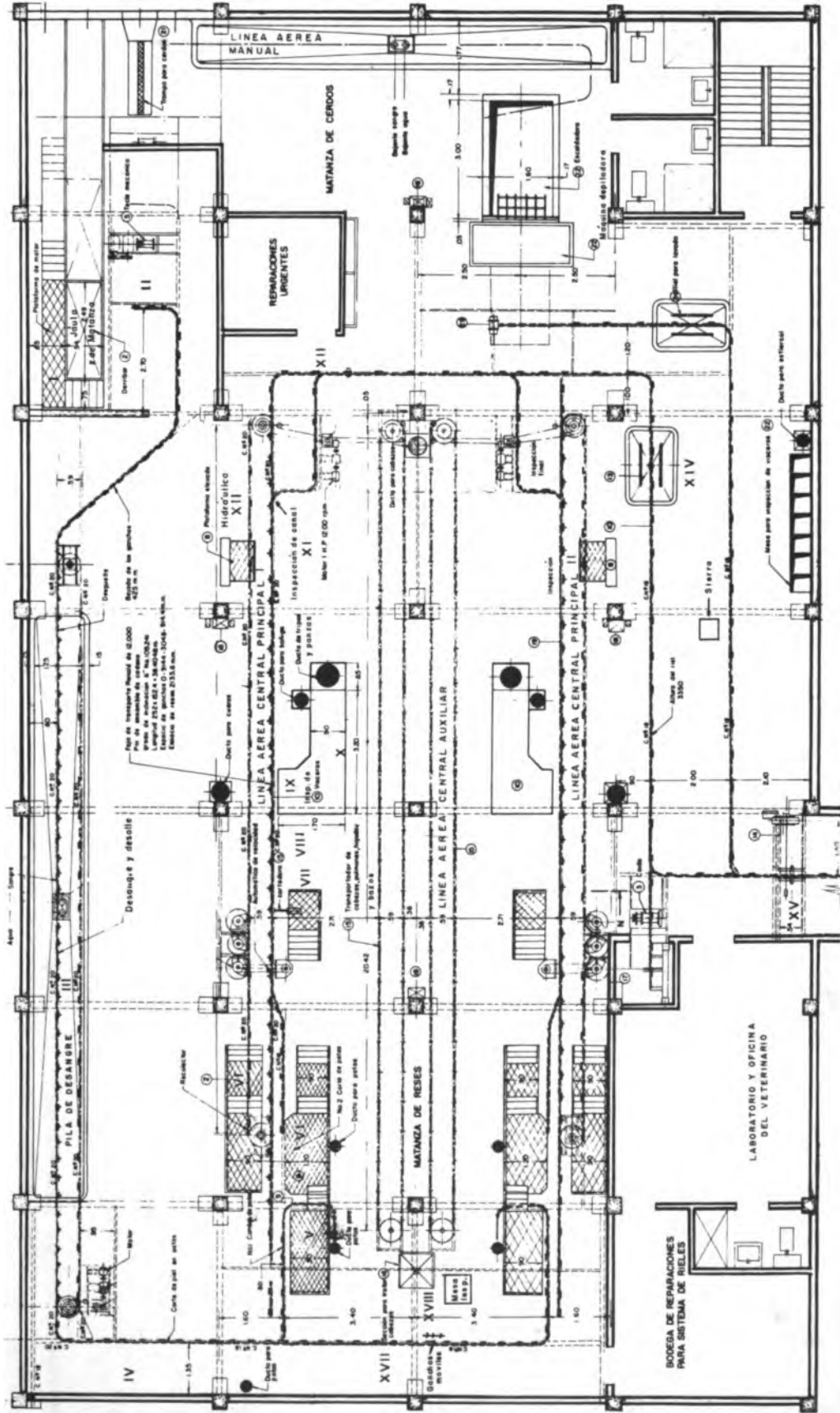


FIG. 1.- CMNM: PLANO DE LA SALA DE MATANZA, PLANTA ALTA, (Modificado) Fuente: Rodríguez Vargas. (21)

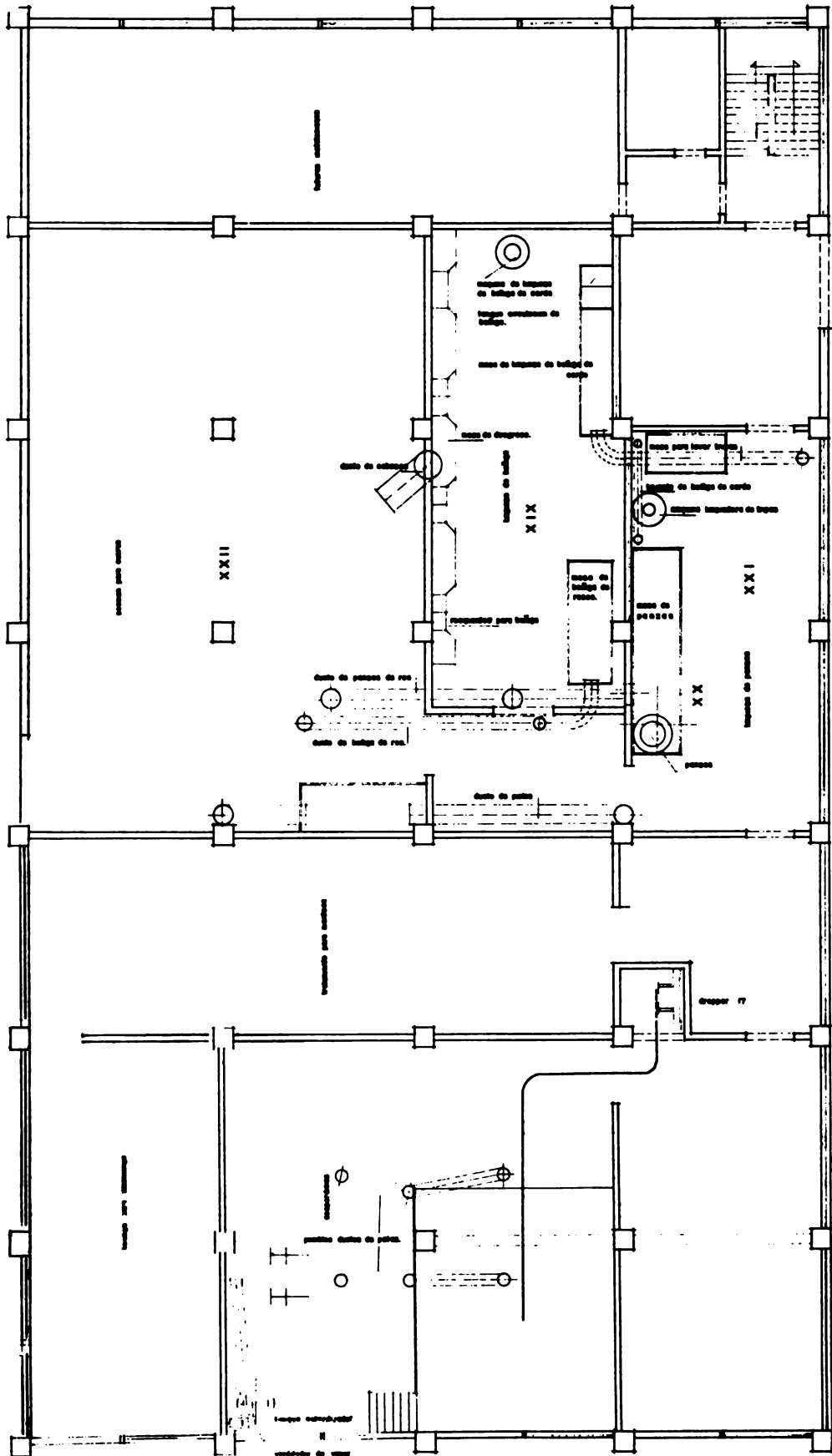


FIG. 2.- CMNM. PLANO DE LA SALA DE MATANZA, PLANTA BAJA, (Modificado) Fuente: Rodríguez Vergas (21)

En la Fig. 1 el plano de la "matanza de cerdos" no corresponde totalmente a la realidad, ya que la escaldadora-depiladora se encuentra en otra posición (rotación a la derecha), no existe la sala de "reparaciones urgentes" y por lo tanto la línea aérea para cerdos comienza en este lugar.

En la actualidad (junio, 1969) se está concluyendo la instalación completa del equipo de refrigeración, deshuce y empaque de acuerdo con los planes originales de la CMNM. La capacidad de refrigeración será de unas 300 reses diarias. El cuarto de enfriamiento puede absorber 200 canales cada 12 horas. El cuarto de deshuce tiene la capacidad de 240 m² y hay 3 túneles de congelación con capacidad de 45.000 libras de carne cada uno cada 18 horas.

La capacidad aproximada de almacenamiento será de 1.000.000 de libras (453.593 kg).

3.3. Capacidad de la sección de matanza

La sección de matanza de la CMNM tiene una capacidad actual de 30 vacunos por hora de trabajo, con matanza simultánea de 45 cerdos por hora. El sacrificio de las dos especies animales se hace en equipos separados y en locales distintos, como se puede apreciar en la Fig. 1 y como se detallará más adelante en la descripción de las operaciones (Sección 3.5).

Cabe señalar que la Sección de Matanza trabaja actualmente en bovinos con la mitad de su capacidad instalada. Hay una segunda línea de matanza (ver Fig. 1) que solamente se usa en determinadas

ocasiones para entrenar al personal o para evitar daños debidos al desuso prolongado. Por lo tanto, la capacidad potencial actual de matanza es de 60 reses por hora, si trabajara la otra línea, y si la CMNM tuviera otra cuadrilla de obreros. Esta segunda línea, en algunos de sus puntos, requiere obreros muy capacitados que sean izquierdos ya que deben ejecutar delicadas operaciones de desuello con la mano izquierda.

El ritmo de matanza de 30 reses por hora en una línea se alcanzó a lo largo de los años de funcionamiento del matadero con el aumento de la eficiencia de los empleados. Al empezar sus actividades, el matadero sacrificaba 15 bovinos por hora en una línea. El ritmo fue aumentando hasta en 1965 alcanzar la actual velocidad de 30 reses por hora. La velocidad se ajusta por medio de un control automático de la cadena de la línea aérea central.

Se probó matar 32 reses por hora lo que luego se abandonó por razones de seguridad de los obreros y por falta de habilidad suficiente.

3.4. Horario de trabajo de la sección de matanza

El horario normal de trabajo en la sección de matanza de la CMNM es de 5:00 p.m. a 11:00 p.m., de domingo a viernes. Este horario de seis horas diarias se adapta a las condiciones actuales del matadero, por no contar con cámaras frigoríficas. La CMNM sacrifica solamente el número de animales conforme a los pedidos diarios por falta de capacidad de almacenamiento.

Cabe mencionar que de las referidas seis horas diarias de labor se trabajan, efectivamente, cinco horas y media, ya que los obreros tienen legalmente un descanso de media hora. Ese horario reducido se les otorga por trabajar en horas de la noche. Cuando la matanza diaria sobrepasa a 160 vacunos entonces se deben trabajar horas extraordinarias. Estas están en relación con el número de animales que aún no se han sacrificado a las 11:00 p.m. Se ha llegado a trabajar hasta doce horas extraordinarias en una sola jornada. Las horas extraordinarias se pagan al doble del precio de la hora normal. Después de empezar el período extraordinario de trabajo, transcurridas seis horas hay un descanso legal de media hora.

Cuando la matanza diaria no alcanza a 160 vacunos, los obreros trabajan menos del horario normal. Sin embargo, la CMNM está obligada a pagarles el sueldo correspondiente a un horario normal y completo. El trabajo en la CMNM está bajo la jurisdicción del Ministerio de Trabajo y Bienestar Social.

3.5. Funcionamiento de la sección de matanza

Seguidamente se describe el funcionamiento de las operaciones de la matanza, resaltando las principales actividades para vacunos y cerdos.

3.5.1. Descripción de las operaciones de matanza de vacunos

Una vez recibidos los animales en los corrales, son separados en potreros lo mejor posible de acuerdo al orden de matanza (véase

sección 3.6.1.). De los potreros los animales son conducidos hasta la báscula donde se registra su peso y se les identifica con un marbete ("colilla"). El número ahí recibido entonces acompaña el animal en todas las operaciones de matanza, tanto en la canal como en cualquiera de sus partes. Los animales son entonces conducidos por una rampa hasta la jaula de sacrificio, donde entran de dos a tres reses cada vez. Estas son aturdidas por medio de un tiro con rifle calibre 22 y caen en el piso de la jaula de sacrificio. Entonces el aturridor acciona un dispositivo automático que libera la parte inferior (móvil) de la jaula y el mismo peso de los animales los hace caer sobre el cuarto de lavado y de colgar. De allí son colgados por medio de una cadena ("trolley") a la línea aérea y son levados. Luego son empujados manualmente hasta la pila de desangre, en donde la cadena entra por primera vez en una línea aérea automática. La velocidad de esta línea está regulada automáticamente de manera que el animal deje la mayor parte de su sangre mientras pasa por la pila de desangre. Allí se le quitan los cuernos con el auxilio de un serrucho manual y se le degüella, hiriendo los grandes vasos sanguíneos de la garganta y el mismo obrero comienza a desollar la cabeza. Al final de la pila de desangre la res sale de la primera línea automática y es empujada manualmente hasta empezar el desuello. Entonces se le saca la cabeza al animal, la cual pasa a ser lavada, inspeccionada y colgada en la línea aérea central auxiliar, acompañando la canal que sigue en la línea aérea central principal. La canal se incorpora a esta última cuando comienza el desuello. Inicialmente

las operaciones de desuello de las diversas partes del animal son efectuadas desde las plataformas elevadas fijas. Entonces, la altura relativa de la canal en la sala de matanza sufre un desnivel para compensar la falta de la cabeza. Un desollador en las plataformas fijas elevadas está encargado de meter la res en el gancho apropiado de la línea aérea principal. Luego, un trabajador colocado en el piso, asierra el esternón de la res con una sierra automática y termina de desollar. El cuero es arrojado por un ducto que lo lleva a la sala de cueros en la planta baja. La evisceración la hace un obrero colocado sobre la mesa de inspección. Los intestinos y estómagos son allí depositados, inspeccionados y enviados por medio de un ducto hasta la sala de limpieza de vísceras en la planta baja. Pulmones, bazo, hígado y riñones después de la inspección son transportados por la línea aérea central auxiliar. Luego, un operador colocado en una plataforma hidráulica asierra la columna vertebral de la res, transformando la canal entera en dos medias canales. Al final de esta operación la canal es inspeccionada y sale de la línea automática. A partir de entonces todos los movimientos de la canal en la línea aérea son realizados manualmente.

Más adelante se hace el terminado de los cortes en la canal, y se la lava, siguiendo después para la balanza donde se registra su peso. Las canales son entonces empujadas hasta la sala de entrega de carne donde son acomodadas de acuerdo a la hora en que van a ser entregadas.

El Cuadro 1 contiene informaciones sobre los obreros de la sección de matanza de vacunos con un resumen de sus funciones, el local donde se encuentran y su respectivo sueldo horario.

Cuadro 1. Actividades de matanza de vacunos y su correspondiente localización, número de obreros por categoría y costo.

CMVM, Costa Rica, 1968.

Categoría	Lugar*	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (\$/hora)
<u>A. Obreros en los corrales</u>				
Encargado de recibir ganado	Corrales y báscula	a) recibir el ganado y dar comprobante b) separar los animales en los corrales c) conducirlos a la báscula d) pesar y registrar el peso en el informe	1	3,33
Peón	Corrales y báscula	a) ayudar al empleado anterior b) poner el primer marbete c) conducir los animales hasta la jaula de matanza	1	1,75
<u>B. Obreros en la planta alta</u>				
Jefe de matanza**	Sin lugar determinado	a) coordinador de las tareas	1	6,00
Aturdidor	I y II	a) disparar el tiro a los animales b) movilizar los ganchos ("trolley")	1	1,60

Continuación Cuadro 1

Categoría	Lugar*	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (\$/hora)
Lavador	II	a) colgar la res en la línea manual b) lavarla	1	1,75
Descornador	III	a) aserrar los cuernos de la res y echarlos a un barril	1	1,60
Degollador	III	a) degollar el animal con cuchillo b) desollar la cabeza	1	2,00
Preparador de cabezas 1	IV y XVIII	a) cortar la cabeza de la res b) transportar hacia los ganchos móviles c) limpiar las cabezas y pasarlas a la mesa de inspección de cabezas	1	1,75
Preparador de cabezas 2	XVII	a) recoger las cabezas y llevarlas a una pila de lavado b) lavar y poner marbetes c) colgar la cabeza de la res en la línea central auxiliar	1	2,00
Desollador 1	IV	a) desollar las patas delanteras de la res b) cortar las patas delanteras, sin sacarlas c) transportar el animal	1	1,60
Desollador 2	IV	a) desollar el pecho del animal b) transportarlo	1	1,60
Desollador 3	V	a) desollar el cuarto derecho b) cortar la pata derecha y echarla a un ducto	1	2,50

Continuación Cuadro 1

Categoría	Lugar*	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (\$/hora)
Desollador 4	VI	a) desollar la falda izquierda	1	2,50
		b) colocar los ganchos en el "trolley"		
		c) cortar la pata izquierda y echarla en el ducto		
		d) desollar el cuarto izquierdo		
Desollador 5***	VI	a) desollar la falda derecha	1	2,50
Desollador 6	VI	a) desollar la cola de la res	1	2,50
		b) desollar el lomo		
		c) cerrar el recto, cortar el ano y echarlo en un barril		
Operador de sierra 1	VIII	a) desollar parte de la falda izquierda	1	2,50
		b) desollar parte del cuello		
		c) aserrar el esternón		
		d) desollar parte de la falda derecha		
		e) despegar la garganta		
		f) echar el cuero en el ducto		
Eviscerador	IX	a) sacar las vísceras y depositarlas sobre la mesa de inspección veterinaria	1	2,25
Peón 1	X	a) poner marbetes en estómagos e intestinos	1	1,60
Peón 2	XI	a) poner marbetes en vísceras	1	1,60
		b) trasladar las vísceras hasta la línea central auxiliar		

Continuación Cuadro 1

Categoría	Lugar*	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (\$/hora)
Operador de sierra 2	XII	a) aserrar la columna vertebral	1	2,50
Tajador	XIII	a) hacer los cortes especiales según las necesidades	1	2,25
Lavador 1	XIV	a) lavar el cuarto superior b) transportar la res	1	2,00
Lavador 2	XIV	a) lavar el cuarto inferior b) transportar la res	1	2,00
Operador de báscula****	XV	a) pesar las medias canales b) transportar las canales hasta la sala de entrega de carnes	1	2,25
Entregador de carne	XVI	a) acomodar las canales en los rieles de entrega b) entregar la carne	3	2,50
<u>C. Obreros en la planta baja</u>				
Lavador de vísceras	XIX	a) separar el sebo de las vísceras b) lavar y quitar el contenido de los intestinos	4	2,25

Continuación Cuadro 1

Categoría	Lugar*	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (\$/hora)
Lavador de estómagos	XX	a) lavar los estómagos	1	2,50
Operador de centrifuga	XXI	a) pasar el estómago a la escaledadora b) pasar a la centrifuga c) quitar de la centrifuga y poner marbete	1	1,80
Encargado de cueros	XXII	a) recibir los cueros b) pesarlos y archivarlos	1	1,75
Encargado de patas	XXIII	a) recibir las patas b) lavarlas y poner los marbetes	1	1,60
Entregador de vísceras	XIX y XX	a) juntar las vísceras de cada animal b) entregarlas	1	2,25

* Se refiere a los números romanos que se ven en la Fig. 1 y que están explicados en el Cuadro 2.

** El Jefe de matanza es uno solo para vacunos y cerdos.

*** Este obrero necesita ser zurdo o tener mucha habilidad en el uso de la mano izquierda, por su colocación particular en la línea de matanza.

**** El mismo obrero pesa canales de vacunos y de cerdos.

Cuadro 2. Explicación del código para "lugar" en el Cuadro 1 y en las Figuras 1 y 2.

"Lugar"	Denominación y/o localización
	- <u>planta alta</u> - (Fig. 1)
I	Plataforma de sacrificio
II	Cuarto de lavado y de colgar
III	Pila de desangre
IV	Mesas de desuello (bajas)
V	Plataforma alta de desuello (fija)
VI	Plataforma baja de desuello (fija)
VII	Plataforma de guillotina
VIII	Sierra de esternón
X y IX	Mesa de inspección veterinaria para vacunos
XI	Local al lado de la plataforma hidráulica
XII	Plataforma hidráulica (móvil)
XIII	Local entre XII y XIV
XIV	Mesa de lavado
XV	Báscula para canales
XVI	Sala de entrega de carne
XVII	Local para el lavado de cabezas
XVIII	Equipo para inspección de cabezas
	- <u>planta baja</u> - (Fig. 2)
XIX	Sala de limpieza de intestinos
XX	Sala de limpieza de estómagos
XXI	Escaldadora y centrífuga para "mondongo"
XXII	Sala de cueros
XXIII	Sala de patas

Visto el funcionamiento de las operaciones de matanza de vacunos se pueden apreciar algunos aspectos importantes que disminuyen el ritmo de la matanza horaria, sin considerar la disminución de la velocidad de la cadena automática. Si en las plataformas elevadas de desuello, las operaciones aún no están terminadas cuando llega el momento de poner otro animal en la línea automática, hay que esperar hasta que llegue otro gancho apropiado para hacerlo. Según declaraciones de funcionarios de la empresa, éste es el "trabajo limitante de la matanza de bovinos"* y de esto depende el mantenimiento del ritmo de matanza. Es decir, cada vez que una res no es colocada en el gancho especial de la línea automática, el ritmo de matanza baja en una unidad por hora. Comenzando las labores a las 5:00 p.m. solamente a las 5:30 p.m. estará saliendo la primera res en canal. Por lo tanto, en la primera hora de trabajo se matan solamente 15 bovinos. Como se dijo anteriormente también hay media hora de descanso que hay que descontar de las seis horas nominales de trabajo, resultando el tiempo efectivo de trabajo diario de cinco horas y media. Los desperfectos mecánicos de la línea automática suelen atrasar la matanza. Cuando hay decomiso total de una res el veterinario suele parar la línea automática y comprobar personalmente si su fallo es debidamente ejecutado.

Existe siempre un 15% a 20% de empleados "de reserva" para los casos de vacaciones anuales, incapacidad temporal, ausencia injustifi

* Trabajo limitante ("limiting job") es definido por Sanders, Frazier y Padgett (22) como el trabajo que requiere mayor tiempo para su desempeño que cualquier otro en la operación total.

ficada y permisos especiales. Las ausencias por enfermedades y accidentes son particularmente frecuentes.

3.5.2. Descripción de las operaciones de matanza de cerdos.

Los cerdos pasan de los corrales, hasta la planta alta por medio de un elevador en cadena. Esta cadena es controlada manualmente por el obrero que se encuentra en la sala de matanza. Al arribar a la sala de matanza el cerdo es aturdido con un tiro de rifle calibre 22 y colgado en la línea aérea manual para cerdos. Es degollado y el desangre se hace totalmente en la pila de desangre para cerdos, antes de ser transferido a la escaldadora. De allí pasa a la máquina depiladora que quita automáticamente las cerdas del animal. Después de esta operación el animal pasa a una mesa contigua para depilación final a cuchillo. La canal es entonces colocada en otra línea aérea manual, donde es lavada y abierto su esternón con un serrucho. Dos obreros evisceran el animal y a la vez lavan las vísceras; esta última operación es ejecutada en la misma sala de matanza.

A continuación, con una sierra automática, se corta la columna vertebral del cerdo quedando dividido en dos medias canales. Sigue el lavado final y la inspección veterinaria. La última operación en la sala de matanza es la de pesar las canales, que se hace en la misma báscula que sirve para las canales de bovinos. De allí pasan a la sala de distribución de carne que también es común con la de los vacunos.

El Cuadro 3 da un resumen de las funciones y sueldos de obreros de cerdos en la sección de matanza.

Cuadro 3. Actividades de matanza de cerdos, número de obreros por categoría y costo.

CMNM, Costa Rica, 1968.

Categoría	Funciones	Nº de obreros	Sueldo (¢/hora)
Peón	a) colgar los cerdos en el elevador b) hacer el informe de matanza e identificar los animales	1	1,60
Aturdidor-degollador	a) controlar la subida de los cerdos b) aturdirlos disparando un tiro de rifle 22 c) degollarlos	1	2,00
Operador de la máquina depiladora	a) echar el cerdo en la escaldadora b) pasarlos a la máquina depiladora c) operar la máquina	1	1,85
Depilador	a) hacer la depilación final con cuchillo b) colgar el cerdo en la línea aérea manual	2	2,25
Lavador 1	a) lavar los animales b) abrir el esternón con sierra manual c) transportar el cerdo en la línea	1	1,60
Eviscerador	a) eviscerar los animales b) lavar las vísceras y colgarlas junto a la canal correspondiente	2	2,25
Operador de sierra	a) cortar la columna vertebral del cerdo b) cortarle la cabeza con cuchillo	1	2,25
Lavador 2	a) lavar canales y poner marbetes	1	1,60

Nótese que la matanza de cerdos en la CMNM está caracterizada por la regularidad del número, del tamaño y del tipo de animales a matar. Otro factor que influye en el ritmo de matanza de cerdos es el tipo y la densidad pilosa del animal, lo que varía mucho de acuerdo a las razas. La cuadrilla de matanza de cerdos, por consiguiente, es irregular en cantidad y calidad. En general allí quedan los aprendices y los substitutos de obreros de matanza de vacunos.

3.6. Orden de la matanza diaria

3.6.1. Vacunos

El orden de la matanza está organizado de manera de facilitar las operaciones de entrega de la carne. La carne de los animales sacrificados en la noche es distribuida durante la madrugada del día siguiente y llega al consumidor ese mismo día. Inicialmente se matan los terneros (cuando hay) porque son animales indóciles e incómodos para faenar. Luego, se mata el ganado para consumo en Alajuela, debido a que la mayor parte se destina a fábricas de embutidos y la carne debe estar disponible temprano. En las fábricas, la carne entra en las cámaras de refrigeración lo que facilita el deshuce al día siguiente. Posteriormente entra el ganado de los socios de la CMNM, el cual es comercializado por la misma cooperativa y sacrificado en un número de acuerdo a los pedidos de los compradores habituales. Después son sacrificadas las reses de diversos particulares usuarios de la CMNM que tienen un orden y una hora más o menos fija para ir a retirar la carne. Por último se mata el ganado de exportación ya que

las firmas exportadoras no tienen hora fija de recolección de la carne, avisándoseles a la hora aproximada a que deben pasar a recogerla.

3.6.2. Cerdos

La matanza de cerdos en el presente es muy pequeña en relación a la de vacunos. Por eso, los cerdos se matan simultáneamente con los vacunos o después de terminar esta faena.

3.7. Variación en el tiempo de la demanda de carne en el área de abastecimiento de la CMNM.

3.7.1. Variación diaria

La mayoría de los mataderos en Costa Rica no tienen equipo de refrigeración, como lo constató un reciente estudio hecho por Jara (16). A la vez, el consumidor costarricense está acostumbrado a comer carne bovina y de cerdo proveniente de animales recién sacrificados ("carne fresca"). Es decir, la carne que llega normalmente al consumidor proviene de un animal faenado ese mismo día o en el día inmediatamente anterior.

Existe una variación diaria bastante pronunciada en la matanza de animales de carne por la CMNM. Datos de una muestra aleatoria que comprenden una semana de cada mes de los tres años de este estudio, demuestran que los domingos y los viernes son los días en que se faenan más animales bovinos, con un 18,02% y un 18,07%, del total de la matanza semanal, respectivamente. Los lunes y los jueves son días de importancia intermedia, con un 17,44% y un 16,34% del total semanal, respectivamente. Finalmente, los martes y los miércoles son los días

en que menos se trabaja, arrojando un 15,14% y un 14,95% del total de la matanza semanal, respectivamente.

3.7.2. Variación estacional

Hay variaciones estacionales que afectan la actividad de la CMNM*. El consumo de carne bovina en la Meseta Central sufre una disminución en los meses de enero y febrero debido al éxodo de la población motivado por las vacaciones escolares. Se sabe que la matanza en el medio rural aumenta proporcionalmente a este cambio.

En los meses de abril y mayo hay una disminución del consumo de carne debido a los días de la Semana Santa. Más tarde, la cosecha de aguacates también contribuye para la baja del consumo. Parece que el costarricense considera el aguacate como un alimento substitutivo de la carne, teniendo en cuenta su alto tenor proteico y su bajo precio.

En los meses de setiembre, octubre y noviembre, cuando hay exportación de ganado bovino, suele bajar el consumo de carne en el mercado interno porque se colocan a la venta grandes cantidades de vísceras del ganado de exportación.

El mes de diciembre coincide con un aumento considerable del consumo de carne de cerdo y con una disminución en el consumo de carne de res. La carne de cerdo es utilizada como componente de ciertos platos típicos de esta época del año (16).

En general, las oscilaciones estacionales de la demanda de carne

* Comunicación personal, Ing. José E. Aguilar M., Consejo Nacional de Producción, San José, Costa Rica.

de los animales faenados en la CMNM parece tener un paralelismo a la tendencia de la demanda nacional, según estudio realizado por Jara Franco (16). Sin embargo, las razones de estas oscilaciones expuestas por Jara no concuerdan en su totalidad con las aquí mencionadas. No obstante, debe tenerse en cuenta que al considerar los factores causales de las oscilaciones en el ámbito nacional éstos pueden discrepar en cierto modo de los factores determinantes de dicho fenómeno en un matadero determinado.

3.8. Recolección de la información

La población en estudio está definida como el número de vacunos adultos, terneros y cerdos sacrificados semanalmente y el costo de mano de obra de la operación de matanza en la CMNM. La unidad muestral constituye el número total de cabezas faenadas en las tres categorías y en los tres últimos años, 1966, 1967 y 1968. Estos datos fueron obtenidos de los "Informes de Matanza" diarios que la CMNM mantiene en sus archivos.

Los datos de costos corresponden a sueldos semanales pagados a los obreros de la sección de matanza de la CMNM, y fueron sacados directamente de las planillas de pago semanal. Estos costos corresponden al pago de horas normales trabajadas, horas extraordinarias, vacaciones y parte patronal del seguro social. El costo de la mano de obra de matanza según un informe oficial (5) representa más del 70% del total de los costos asignados a la matanza contra un 5% para man-

tenimiento y un 25% para otros gastos*. Normalmente la depreciación del equipo y alquiler de los edificios también deberían ser incluidos en el costo total. Dado que durante este estudio estos costos no representan gastos hechos por la CMNM, estos no fueron tomados en consideración. Como se recuerda, el equipo y edificios son de propiedad del CNP y este estudio se refiere a la operación de matanza de la CMNM.

El ingreso fue calculado para combinaciones de vacunos adultos, terneros y cerdos, en base a los valores del Cuadro 4.

Cuadro 4. Valor del ingreso e impuesto promedios cobrados por matanza de animales y por categoría.

Categoría de animales	Total cobrado (¢)	Impuesto promedio (¢)	Ingreso promedio (¢)
		por cabeza	
Vacunos adultos (cons. interno)	20,00	5,00	15,00**
Vacunos adultos (exportación)	25,00	5,00	20,00
Terneros	7,00	2,75	4,25**
Cerdos	9,00	2,25	6,75**

** Valores usados para el cálculo del ingreso.

En el Cuadro 4, la columna "total cobrado", representa lo que paga cualquier persona o entidad que quiera hacer uso de las facilidades de la CMNM, sea o no socio de la cooperativa y corresponde al llamado "boleto de matanza". De este total, la CMNM separa el impues

* Otros gastos incluyen utensilios, uniformes, utensilios de limpieza que son relativamente fijos y también gastos por combustibles, lubricantes, fuerza y luz, papelería que pueden tener una pequeña variación.

to, según la Ley 12823 de 22 de enero de 1954 (6). El impuesto se cal
cula para la carne en canal en \$5,00 por cada seis quintales* de car-
ne de vacuno y \$1,25 por cada quintal y medio** de carne de cerdo.
Por informaciones suministradas por funcionarios de la CMNM se sabe
que el peso promedio de los vacunos adultos allí sacrificados es de
270 kg de carne en canal, lo cual deja un ingreso promedio de \$15,00
aproximadamente a la Cooperativa. Así mismo, el peso promedio de los
terneros y de los cerdos es de 150 kg y 123 kg, respectivamente, lo
que corresponde a un ingreso promedio de \$4,25 y \$6,75, respectivamente
te.

En el Cuadro 4 también se observa que el ingreso correspondiente
a vacunos adultos para exportación es mayor que el correspondiente a
vacunos adultos para consumo interno. Esto se debe al hecho de que
la matanza para exportación exige el empleo de algunos obreros adicio
nales para ejecutar ciertos cortes en la res, por solicitud de las
firmas exportadoras.

La CMNM actualmente no exporta carne sino que solamente sacrifi-
ca animales cuya carne será exportada por las firmas emparadoras. La
CMNM, como se ha dicho, está diseñada para cumplir con sus funciones
de servir principalmente al mercado interno del país. Para los fines
del presente estudio se consideró siempre en los cálculos los ingresos

* 6 quintales = 272,4 kg.

** 1,5 quintales = 68,1 kg.

El impuesto se destina a las Municipalidades y a las Juntas de Educa-
ción de los cantones consumidores de la carne.

correspondientes a la matanza de bovinos adultos para consumo interno.

El ingreso por matar bovinos para exportación dejó de ser considerado además por las siguientes razones: a) proviene de una actividad que en la actualidad es estacional del matadero; b) depende de que haya excedente de ganado y de que el Consejo Nacional de Producción asigne una cuota a las compañías exportadoras; c) depende de que las compañías exportadoras quieran llevar su ganado hasta Montecillos para sacrificar y d) depende de la aprobación de la planta por los inspectores veterinarios de los Estados Unidos. Según Navarrete (19), en el período 1961-1965, 91% de las exportaciones de carne de Costa Rica fueron hechas para los Estados Unidos. Actualmente la planta tiene su aprobación como matadero de exportación pendiente de la instalación total de los equipos de conservación de carne. A partir de setiembre de 1968 hasta la actualidad (junio de 1969) la CMNM no ha matado ganado para la exportación.

3.9. Análisis de la información

Los datos fueron procesados en una computadora electrónica IBM-1620.

El análisis estadístico se basó esencialmente en el ajuste de una función de costo considerando como variables independientes el número de vacunos adultos, terneros y cerdos sacrificados semanalmente y como variable dependiente el costo de la operación de matanza.

3.9.1. Función de costo

El modelo matemático usado como función de costo de mano de obra fue una función polinomial de 2º orden en el espacio tri- o tetradi-
mensional (1, 10, 16). Como ilustración de este hecho se describe
abajo la función cuadrática en tres dimensiones:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + b_{12} X_1 X_2 \\ + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3$$

donde:

\hat{Y} = costo de mano de obra estimado, semanal

X_1 = número de vacunos adultos sacrificados semanalmente.

X_2 = número de terneros sacrificados semanalmente.

X_3 = número de cerdos sacrificados semanalmente.

b_0 = punto de corte en Y por la superficie de respuesta, cuando

$$X_1 = X_2 = X_3 = 0$$

$b_1 = \frac{\partial \hat{Y}}{\partial X_1}$ = incremento del costo por incremento unitario de X_1

$b_2 = \frac{\partial \hat{Y}}{\partial X_2}$ = incremento del costo por incremento unitario de X_2

$b_3 = \frac{\partial \hat{Y}}{\partial X_3}$ = incremento del costo por incremento unitario de X_3

$b_{11} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_1^2}$ = razón de cambio de b_1

$b_{22} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_2^2}$ = razón de cambio de b_2

$$b_{33} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_3^2} = \text{razón de cambio de } b_3$$

$$b_{12} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_1 \partial X_2} = \text{cambio en } \hat{Y} \text{ por efecto simultáneo de } X_1 \text{ y } X_2$$

$$b_{13} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_1 \partial X_3} = \text{cambio en } \hat{Y} \text{ por efecto simultáneo de } X_1 \text{ y } X_3$$

$$b_{23} = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial X_2 \partial X_3} = \text{cambio en } \hat{Y} \text{ por efecto simultáneo de } X_2 \text{ y } X_3$$

3.9.2. Función de beneficio

Para el cálculo del beneficio bruto, es decir, la diferencia entre ingresos y los gastos de mano de obra, objetivo principal de este trabajo, se utilizó la ecuación de costo indicada en 3.9.1. y con arreglo a la siguiente nueva ecuación.

$$\hat{B} = I - \hat{Y}$$

$$I = P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3$$

$$\hat{B} = P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 - \hat{Y}$$

donde:

\hat{B} = beneficio bruto estimado de la matanza semanal de animales.

I = ingreso por matar X_1 vacunos adultos, X_2 terneros y X_3 cerdos.

P_1 = ingreso del matadero por matar una cabeza de bovino.

P_2 = ingreso del matadero por matar una cabeza de ternero.

P_3 = ingreso del matadero por matar una cabeza de cerdo.

\hat{Y} = costo estimado semanal, ya definido anteriormente.

La maximización del beneficio, si lo hubiera máximo, se efectuaría por el procedimiento corriente de cálculo elemental.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan y discuten los resultados obtenidos en el estudio. En primer lugar se detalla la estructura funcional de las variables: número semanal de vacunos adultos sacrificados, número semanal de terneros sacrificados y número semanal de cerdos sacrificados con la función costo. Luego se presenta el ajuste de la función polinomial de segundo orden. Se consideran como variables independientes el costo de matanza y el beneficio, respectivamente.

4.1. Relación entre el número semanal de animales sacrificados y el costo.

En el Cuadro 5 se puede apreciar la influencia relativa de los animales sacrificados sobre el costo de la mano de obra de matanza.

Cuadro 5. Matriz de correlaciones lineales entre el número semanal de animales sacrificados: vacunos adultos (X_1), terneros, (X_2), cerdos (X_3) y el costo de mano de obra de la matanza.

$$\hat{R} = \begin{array}{cccc|c} & X_1 & X_2 & X_3 & Y & \\ \hline & 1,0000 & 0,1239 & -0,9070 & 0,8071 & X_1 \\ & & 1,0000 & 0,3552 & 0,2265 & X_2 \\ & & & 1,0000 & 0,2823 & X_3 \\ & simétrica & & & 1,0000 & Y \end{array}$$

Como era de esperarse, el número semanal de bovinos adultos sacrificados está íntimamente asociado al costo. Este hecho nos indica

que alrededor de 65% del costo de mano de obra en la matanza se explica por el número de bovinos adultos sacrificados. En tanto que el número de terneros sacrificados explica la variación del costo solo en el 5% y el número de cerdos en alrededor del 10%.

4.2. Influencia del número de vacunos adultos, número de terneros y número de cerdos sacrificados sobre el costo de matanza.

La función de costo está representada por una superficie cuadrática en las tres variables mencionadas, como puede apreciarse abajo:

$$\hat{Y} = 5850,5722 - 3,2030 X_1 - 28,5108 X_2 - 1,3666 X_3 + 0,0023 X_1^2 - 0,5497 X_2^2 - 0,0047 X_3^2 + 0,0373 X_1 X_2 + 0,0071 X_1 X_3 + 0,0138 X_2 X_3$$

donde:

- \hat{Y} = costo de mano de obra estimado en colones/semana.
- X_1 = número de vacunos adultos sacrificados por semana.
- X_2 = número de terneros sacrificados por semana.
- X_3 = número de cerdos sacrificados por semana.

El análisis de la función estimada de costo no ofrece interés particular para nuestro propósito, puesto que nos sirve simplemente como un medio para estimar el beneficio bruto que rendiría la operación de matanza. No obstante cabe señalar que el costo estimado \hat{Y} por la ecuación arriba dada, representa un ajuste bastante aceptable con un coeficiente de determinación (R^2) de 85%, cifra que indica una confiabilidad bastante alta.

Sin embargo, dicha ecuación de costo no tiene un máximo ni un

mínimo, sino describe la configuración de una silla de montar. Este hecho implica la inexistencia de una combinación óptima de X_1 , X_2 y X_3 que en este caso, si hubiera, podría representar el costo mínimo. En seguida pasamos a analizar la superficie de beneficio que es nuestro objetivo principal.

4.3. Influencia del número de vacunos adultos, número de terneros y número de cerdos sacrificados sobre el beneficio bruto de matanza.

La ecuación del beneficio bruto semanal a semejanza de la ecuación del costo estimado, es representada por una superficie cuadrática en las tres variables ya mencionadas.

$$\hat{B} = P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 - \hat{Y}$$

Las variables que no fueron definidas en la sección anterior son:

$P_1 = \text{\$}15,00 = \text{ingreso/cabeza por sacrificar vacunos adultos,}$

$P_2 = \text{\$} 4,25 = \text{ingreso/cabeza por sacrificar terneros y}$

$P_3 = \text{\$} 6,75 = \text{ingreso/cabeza por sacrificar cerdos.}$

Ahora substituyendo cada uno de los parámetros de ingreso por cabeza correspondientes a vacunos adultos, terneros y cerdos, la ecuación resultante es como sigue:

$$\hat{B} = 15,00 X_1 + 4,25 X_2 + 6,75 X_3 - \hat{Y}$$

De acuerdo a la expectación teórica esta ecuación de beneficio presenta una forma similar a la de la ecuación de costo. Es decir, no existe para la superficie de beneficio bruto ningún máximo absoluto ni ningún mínimo. La superficie de respuesta describe entonces la

configuración de una silla de montar (ensilladura). Bajo esta circunstancia nos vimos obligados a investigar unos máximos condicionales que son máximos para cierta combinación de bovinos adultos, terneros y cerdos. Sin embargo, no todos estos máximos están en el rango de operabilidad de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos.

Cabe destacar que la condición de máximo, mínimo o ensilladura está bien definida por la matriz M que se ilustra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Coeficientes cuadráticos puros y mixtos de la función de beneficio.

$$M = \begin{bmatrix} -0,0023 & \frac{-0,0373}{2} & \frac{-0,0071}{2} \\ & 0,5497 & \frac{-0,0138}{2} \\ & & 0,0047 \end{bmatrix}$$

Si M es positiva definida, entonces el punto estacionarios \hat{X}_1 , \hat{X}_2 y \hat{X}_3 minimiza la función; si M es negativa definida, entonces \hat{X}_1 , \hat{X}_2 y \hat{X}_3 maximiza la función de beneficio. De otra manera no existe máximo ni mínimo.

4.4. Beneficio máximo condicional

La superficie de beneficio bruto antes mencionada no puede llegar a un máximo absoluto según el análisis matemático. A efectos de darle una interpretación más realística se tomó la decisión de fijar el número de terneros en 15 (promedio de los valores observados para X_2). Observándose el número de terneros para los datos semanales

anotados (ver apéndice 1) se puede apreciar que estos representan un valor muy pequeño en relación a la matanza total de bovinos. Esto hace que sea un renglón de poca importancia en la matanza de bovinos actualmente. Por consiguiente, entra con una ponderación muy baja en el ingreso de la CMNM, aunque su costo de sacrificio sea prácticamente el mismo al de los vacunos adultos.

Con esta medida, la ecuación cuadrática en tres variables queda reducida a una cuadrática en dos variables. Para esta transformación se computó el ingreso correspondiente a la matanza de terneros a $15 \times \$4,25 = \$63,75$ y se construyó la superficie de beneficio que se representa en la Figura 3. La expresión numérica de la superficie de beneficio se ofrece en el Cuadro 7, en tanto que sus valores extremos aparecen en el Cuadro 8, donde se da el estimado de X_1 para un valor del beneficio bruto igual a cero. Cabe señalar que varió X_2 desde 120 hasta 1380, rango que corresponde a valores históricamente observados. Los valores de X_1 óptimo bien como el valor del beneficio bruto correspondiente, se puede apreciar en el Cuadro 7. Además, se determinó aun para X_2 variando de 120 hasta 1380, los valores de X_1 que harían el beneficio igual a cero. Estos valores son los que se detallan en el Cuadro 8.

Interesa aclarar que se realizaron observaciones sobre la superficie de respuesta que llevaron a la conclusión de que, si bien dentro de los valores observados para que fue calculada dicha superficie la correlación es muy estrecha, en el momento en que se los abandona la superficie parece separarse bastante de la realidad esperada.

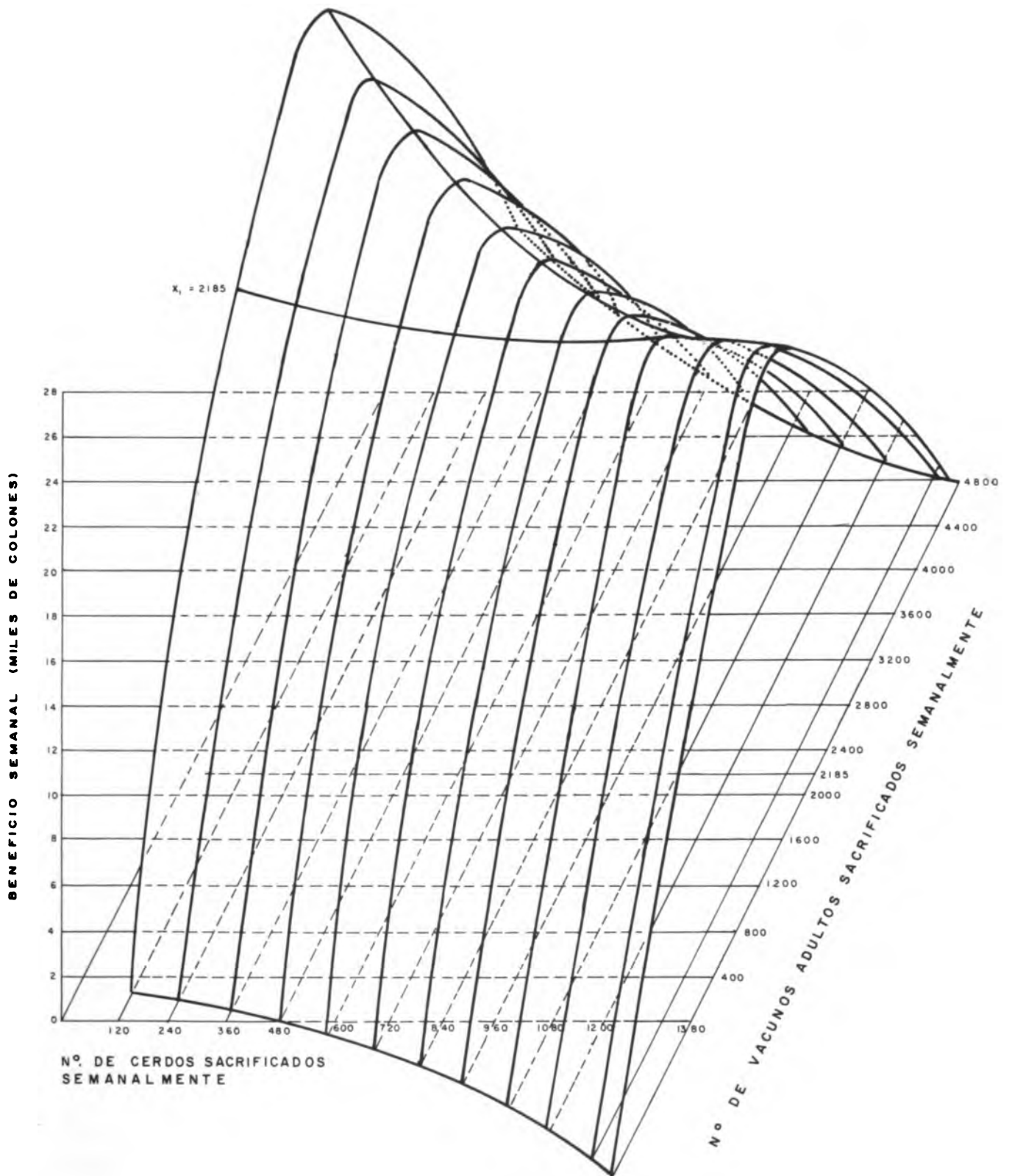


FIG. 3.- SUPERFICIE DE RESPUESTA COMO FUNCION CUADRATICA EN TRES VARIABLES ($x_2=15$)

Cuadro 7. Ingreso (I), costo estimado (\hat{Y}) y beneficio bruto estimado (\hat{B}) para diversas combinaciones de cerdos (X_3) y el número óptimo de vacunos adultos (X_1), manteniendo constante el número de terneros ($X_2 = 15$).
CMNM, Costa Rica, 1968.

X_3	X_2	X_1 OPTIMO	I (¢)	\hat{Y} (¢)	\hat{B} (¢)
120	15	3650	55.623	29.195	26.428
143	15	3615	55.254	29.751	25.503
180	15	3557	54.633	29.181	25.452
240	15	3465	53.658	29.109	24.549
300	15	3372	52.668	28.849	23.819
360	15	3279	51.678	28.698	22.980
420	15	3187	50.613	28.422	22.190
480	15	3094	49.713	28.042	21.671
540	15	3002	48.738	27.604	21.134
600	15	2909	47.748	27.077	20.671
660	15	2816	46.758	26.476	20.281
720	15	2724	45.783	25.818	19.965
780	15	2631	44.793	25.071	19.722
840	15	2539	43.818	24.266	19.552
900	15	2446	42.828	23.373	19.455
949	15	2370	42.019	22.588	19.431
960	15	2354	41.853	22.421	19.432
1020	15	2261	40.863	21.331	19.532
1069	15	2185	40.054	20.477	19.577
1080	15	2168	39.873	20.268	19.605
1140	15	2076	38.898	19.096	19.801
1200	15	1983	37.908	17.837	20.071
1260	15	1890	36.918	16.503	20.414
1320	15	1798	35.943	15.112	20.831
1380	15	1705	34.953	13.632	21.320

Cuadro 8. Número extremo de vacunos adultos (X_1) que hace el beneficio bruto igual a cero, para diversos valores de cabezas de cerdo (X_3) manteniendo el número de terneros fijo ($X_2=15$). CMNM, Costa Rica, 1968.

X_3	X_2	X_1 para $\hat{B} = 0$	
		máximo	mínimo
120	15	7041	259
143	15	6980	249
180	15	6883	231
240	15	6728	201
300	15	6583	161
360	15	6438	121
420	15	6298	75
480	15	6120	68
540	15	6122	66
600	15	5907	- 88
660	15	5784	- 150
720	15	5667	- 219
780	15	5559	- 296
840	15	5452	- 374
900	15	5352	- 460
949	15	5277	- 535
960	15	5255	- 548
1020	15	5169	- 647
1080	15	5087	- 750
1140	15	5005	- 853
1200	15	4938	- 971
1260	15	4871	-1090
1320	15	4807	-1211
1380	15	4750	

Por lo tanto, resultaría peligroso hacer extrapolaciones importantes fuera del campo de los valores observados, es decir, de las operaciones de matanza de la CMNM, de 1966 a 1968. Tomando en cuenta esta consideración, se delimitó el campo de estudio para X_2 entre 120 y 1380 y X_1 entre 800 y 2185.

Estos valores son todos factibles dentro de las condiciones actuales de funcionamiento de la CMNM y están suficientemente ajustados por la ecuación de regresión.

4.5. Beneficio bruto óptimo posible dentro de las limitaciones actuales de la CMNM.

Teniendo en cuenta que ciertos valores estimados de X_1 óptimo (número óptimo semanal de vacunos adultos) del Cuadro 7 están fuera del rango de operabilidad de la CMNM, se decidió calcular el beneficio bruto variando el número de cabezas de cerdo y manteniendo fijo el número de vacunos adultos y de terneros sacrificados. Es decir, para ciertos valores de cerdos se consideró el número de vacunos adultos en el máximo físico posible ($X_1 = 2185$) y también prefijando los terneros en su promedio ($X_2 = 15$).

El beneficio bruto estimado correspondiente a esta nueva estrategia se da en el Cuadro 9 y en la superficie de respuesta representada en la Figura 3 dichos valores se encuentran en el curso de la línea $X_1 = 2185$. Nótese que la línea de beneficio condicional acompaña la tendencia de los máximos condicionales, vale decir, comienza con valores relativamente altos para luego declinar paulatinamente hasta

el punto estacionario $\hat{X}_1 = 2185$, $\hat{X}_2 = 15$, $\hat{X}_3 = 815$ y posteriormente seguir un curso ascendente.

Cuadro 9. Beneficio óptimo condicionado al rango de operabilidad de la CMNM, fijando número de terneros ($X_2 = 15$), vacunos adultos ($X_1 = 2185$) y manteniendo variable el número de cerdos (X_3). CMNM, Costa Rica, 1968.

X_3	X_1	X_2	\hat{B}
120	2185	15	21.490
180	2185	15	21.118
240	2185	15	20.780
300	2185	15	20.476
360	2185	15	20.206
420	2185	15	19.970
480	2185	15	19.767
540	2185	15	19.559
600	2185	15	19.464
660	2185	15	19.363
720	2185	15	19.296
780	2185	15	19.263
810	2185	15	19.259
840	2185	15	19.263
900	2185	15	19.298
960	2185	15	19.366
1020	2185	15	19.468
1069	2185	15	19.577

A partir de la matanza de 1069 cerdos por semana el X_1 óptimo pasa a tener un valor menor que 2185, como se observa en el Cuadro 7, en tanto que el beneficio máximo condicional a partir de 1069 cerdos es consignado en el Cuadro 7, para el número de vacunos adultos correspondiente.

5. CONCLUSIONES

1. Basado en las operaciones actuales de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos, si el número de terneros a sacrificar se fija en su promedio (15 cabezas por semana), el número de bovinos adultos y cerdos puede variar en relación inversa de 2200 - 1700 y 1000 - 1400, respectivamente, para conseguir un beneficio bruto de alrededor de \$20.000. Es decir, con 2200 bovinos y 1000 cerdos sacrificados, o con 1700 bovinos y 1400 cerdos el beneficio bruto es prácticamente igual.
2. Si el mercado consumidor demanda una gran cantidad de carne vacuna, sacrificar entre 2100 y 2200 bovinos adultos, 120 cerdos y 15 terneros semanalmente garantiza un máximo beneficio bruto alrededor de \$21.500.
3. Si el mercado consumidor plantea una gran demanda de carne de cerdo, sacrificar entre 1300 y 1400 cerdos, 1750 bovinos adultos y 15 terneros también garantizan un máximo beneficio bruto de alrededor de \$21.000.
4. Otras combinaciones óptimas de cabezas de bovinos adultos y cerdos son posibles pero pueden caer fuera del actual rango de operabilidad de la CMNM.
5. Las conclusiones que se derivan de este estudio pueden ser afectadas por las oscilaciones de precios o costo de los factores determinantes de la función beneficio, o aun en alteraciones de la capacidad de la CMNM.

RESUMEN

El presente estudio fue llevado a cabo en Costa Rica, país de características eminentemente agrícolas, con una ganadería en franco proceso de desarrollo. El trabajo contempló algunos aspectos económicos de la sección de matanza de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos (CMNM), en Alajuela, cuyo volumen de operación se estima en alrededor de 40% de la matanza total de vacunos del país.

Los objetivos de la investigación fueron: estudiar la relación entre el número de animales sacrificados y el beneficio bruto obtenido por la sección de matanza y determinar la actividad óptima de la planta, teniendo en cuenta sus limitaciones actuales.] Sigue el fin.

La CMNM ha tenido una serie de limitaciones en sus etapas iniciales para luego entrar en actividad ininterrumpidamente desde 1964 hasta la fecha. La firma se dedica al sacrificio y aprovechamiento de subproductos de vacunos adultos, terneros y cerdos. Al presente, la matanza de bovinos se está efectuando por medio de una sola línea de sacrificio de las dos que posee la Cooperativa. La capacidad de esta línea es de 30 vacunos por hora.

Se analizaron datos semanales correspondientes a tres años de funcionamiento del matadero. Como costo de matanza se consideró el costo total de la mano de obra, que es el de mayor gravamen de todas las operaciones del matadero. El costo está en relación directa al número de cabezas de vacunos adultos faenados por semana lo que implica que el sacrificio de ellos incide con mayor cuantía sobre el costo de matanza que el sacrificio de terneros y cerdos.

La relación costo-número de animales sacrificados está representada por un modelo matemático de naturaleza polinomial de 2º orden en el espacio multi-dimensional (tetra-dimensional y tri-dimensional).

Para el cálculo del beneficio, se fijaron los valores del ingreso por cabeza en una constante para cada especie sacrificada, aunque en realidad el ingreso puede variar según el peso en canal del animal. La cantidad de terneros a sacrificar fue fijada en 15 animales por semana. Esta estrategia se siguió teniendo en cuenta la poca importancia del ternero en relación al número de vacunos adultos sacrificados. Obviamente esto imprimió otro carácter a la función de costo y de beneficio. La función resultante no tiene máximo ni mínimo, sino describe la configuración de una ensilladura. Esto implica no solo en la inexistencia de un beneficio máximo absoluto, sino solamente beneficios máximos condicionales para ciertas combinaciones de sacrificio semanal de animales.

Basado en la realidad actual de las operaciones de la CMNM, se concluye que si el número de terneros a sacrificar semanalmente es de quince, el número de vacunos adultos y cerdos puede variar en relación inversa de 2200 - 1700 y 1000 - 1400 respectivamente para conseguir un beneficio bruto de alrededor de \$20.000. Si el mercado consumidor demanda una gran cantidad de carne vacuna se deberá sacrificar entre 2100 y 2200 vacunos adultos en combinaciones con 120 cerdos y 15 terneros para garantizar un máximo beneficio bruto. Si el mercado consumidor demanda más carne de cerdo se deberá sacrificar entre 1300 y 1400 cerdos en combinación con 1750 bovinos y 15 terneros para

asegurar también un máximo beneficio bruto. Hay otras combinaciones óptimas de bovinos adultos y de cerdos que son mejores pero pueden caer fuera del rango de operabilidad de la CMNM. [Finalmente, se recalca que las conclusiones que se derivan de este estudio pueden ser afectadas por las oscilaciones de precios o costo de los factores determinantes de la función beneficio, o aún alteraciones en la capacidad actual de funcionamiento de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos.]

RESUMO

O presente estudo foi realizado em Costa Rica, país de acentuadas características agrícolas e com uma criação de gado em franco processo de desenvolvimento. O estudo considerou certos aspectos econômicos da seção de abate da Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos (CMNM), em Alajuela, Costa Rica, cujo volume de operação é estimado em 40% do total de bovinos sacrificados no país.

Os objetivos da investigação foram: estudar a relação entre o número de animais sacrificados e o lucro bruto obtido pela seção de abate, e determinar a atividade ótima do matadouro, tendo em consideração suas limitações atuais.

A CMNM teve uma série de limitações em suas etapas iniciais para logo entrar em atividade ininterrupta desde 1964. A entidade se dedica ao sacrifício e ao aproveitamento de sub-produtos de bovinos adultos, terneiros e suínos. Atualmente o abate de bovinos se efetua somente por meio de uma das duas linhas de sacrifício que possui. A capacidade desta linha é de 30 reses por hora.

Analizaram-se dados semanais correspondentes a três anos de funcionamento do matadouro. Como custo de abate se considerou o custo total da mão-de-obra, que é o de maior importância nas operações do matadouro. O custo está em relação direta ao número de bovinos adultos sacrificados por semana o que implica que o sacrifício de bovinos adultos incide com maior quantia sobre o custo que o sacrifício de terneiros e suínos.

A relação custo-número de animais sacrificados está representada por um modelo matemático de natureza polinomial de segunda ordem no espaço multi-dimensional (tetra-dimensional e tri-dimensional).

Para o cálculo do lucro, se fixou numa constante os valores do ingresso por cabeça para cada espécie sacrificada, ainda que, na verdade, o ingresso pode variar segundo o peso em carcassa do animal. A quantidade de terneiros a sacrificar foi fixada em 15 animais por semana. Esta estratégia foi seguida tomando em conta a pouca importância do terneiro em relação ao número de bovinos adultos sacrificados. Obviamente, isto imprimiu outro caráter à função de custo e à função de lucro. A função resultante não tem máximo nem mínimo, mas descreve a configuração de uma sela de montar. Isto implica não só na inexistência de lucro máximo absoluto como também na ocorrência de lucros máximos condicionais para certas combinações de sacrifício semanal de animais.

Baseado na realidade atual das operações da CMNM, conclui-se que, sendo quinze o número de terneiros a sacrificar semanalmente, o número de bovinos adultos e suínos pode variar numa relação inversa de 2200 - 1700 e 1000 - 1400, respectivamente, para conseguir um lucro bruto de aproximadamente \$20.000. Se o mercado consumidor demanda uma grande quantidade de carne vacuna, dever-se-á sacrificar entre 2100 a 2200 bovinos adultos em combinação com 120 suínos e quinze terneiros para garantir um lucro bruto máximo. Se o mercado consumidor demanda mais carne porcina, dever-se-á sacrificar entre 1300 a 1400 suínos em combinação com 1750 bovinos e 15 terneiros para também assegurar um

lucro bruto máximo. Existem outras combinações ótimas de bovinos adultos e de suínos que são melhores, mas podem cair fora da capacidade operativa da CMNM. Finalmente, cabe ressaltar que as conclusões derivadas deste estudo podem ser afetadas pelas oscilações de preços ou custo dos fatores determinantes da função lucro, ou ainda em alterações na capacidade atual de funcionamento da CMNM.

SUMMARY

This study was carried out in Costa Rica, a country with special agricultural characteristics and with a developing livestock industry. The study considered some economic aspects of the killing-floor of Montecillos National Slaughterhouse Cooperative (Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos, CMNM), Alajuela, Costa Rica, that handles approximately 40% of the total cattle slaughtered in the country.

The objectives of the research were: to study the relationship between the number of animals slaughtered and gross profit of the killing-floor, and to determine the optimum activity of the plant, taking into account its present limitations.

The CMNM experienced problems in its establishment but nevertheless has functioned without interruption from 1964 to the present date. The firm slaughters cattle, calves and hogs, and processes by-products of these animals. Cattle slaughtering is presently carried out in only one of the two rails of the killing-floor. The current cattle killing-rate is 30 head per hour.

Three years operation of the slaughterhouse were analyzed by means of weekly data. On the killing-floor, labor cost is paramount and therefore was considered as total cost. Correlation analysis shows that the number of head of cattle slaughtered weekly is directly related to cost. Therefore, since cattle cost more to slaughter than calves or hogs, the total costs and gross profits are closely related to the number of mature cattle handled.

The relationship of the cost to the number of head slaughtered

is represented by a mathematical model which is a second degree polynomial in the multi-dimensional space (4-dimensional and 3-dimensional).

To calculate gross profit, the value of killing-floor income per head was held constant for each species, even though this income may vary slightly with the carcass weight of the animal. The number of calves to be slaughtered was fixed at the actual average of 15 head weekly. This strategy was followed in view of the small number of calves slaughtered compared to the large number of cattle slaughtered. The resulting function does not have a maximum nor a minimum; rather it assumes a saddle-back form. Therefore, there is no absolute maximum profit but there are conditional maximum profits, corresponding to certain combinations of weekly slaughtering.

Based on the present operational conditions of the CMNM, it was concluded from the analyses that:

- a) If there is to be a weekly slaughtering of 15 calves, the number of cattle and hogs can vary in an inverse relationship of 2200-1700 and 1000-1400 head, respectively, to attain a gross profit of about \$20,000.
- b) If the consumer market demands a great quantity of beef, a maximum gross profit is obtained if there is a weekly slaughtering of 2100 to 2200 beef cattle combined with 120 hogs and 15 calves.
- c) If the consumer market demands more pork, a maximum gross profit can also be obtained with a slaughtering of 1300 to

1400 hogs combined with 1750 beef cattle and 15 calves.

- d) There are other optimum combinations of cattle and hogs, but they might be out of the operability range of the CMNM.

Finally, it is pointed out that the conclusions from this study may be affected by variations on prices charged for slaughtering or cost of the input factors as they affect the profit function, or by any changes in the present operating level of the slaughterhouse.

LITERATURA CITADA

1. ALLEN, R. G. D. Análisis matemático para economistas. 8a.ed. Madrid, Aguilar, 1968. 548 p.
2. BURDETTE, R. F. y ABBOTT, J. C. La comercialización del ganado y de la carne. Roma, FAO, 1965. 229 p. (FAO. Guía de comercialización 3).
3. COMISION ECONOMICA PARA LA AMERICA LATINA. Estudio económico de América Latina, 1966. Nueva York, 1967. 436 p.
4. COOPERATIVA MATADERO NACIONAL DE MONTECILLOS R.L. Estatutos de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L. San José, Costa Rica, 1968. 18 p. (Mimeografiado)
5. _____. Informe de auditoría al 30 de septiembre de 1968. San José, Costa Rica, 1968. 11 p. (Mimeografiado)
6. COSTA RICA. CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCION. Resumen de leyes del Matadero Nacional de Montecillos. San José, Costa Rica, s.f., s.p. (Mimeografiado)
7. _____. OFICINA DE DIVULGACION. El desarrollo agrícola de Costa Rica y la labor del Consejo Nacional de Producción. San José, Costa Rica, 1967. 23 p. (Mimeografiado)
8. _____. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS. Proyecto de inversión para un nuevo matadero (para dar servicio en la Meseta Central). San José, Costa Rica, 1958. 44 p.
9. COSTA RICA. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. OFICINA DE PLANIFICACION. Compendio de cifras básicas de Costa Rica. (IV. Sector Agropecuario: 1950-1967). San José, 1967. 46 p. (Mimeografiado)
10. DILLON, J. L. The analysis of response in crop & livestock production. London, Pergamon Press, 1968. 135 p.
11. FRANZMANN, J. R. y KUNTZ, B. T. Economics of size in Southwestern beef slaughter plants. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Bulletin B-648. 1966. 35 p.
12. HAMMONS, D. R. Cattle killing-floor systems and layouts. United States. Department of Agriculture. Marketing Research Report 657. 1964. 50 p.
13. _____. Hog slaughtering and dressing systems. United States. Department of Agriculture. Marketing Research Report 755. 1966. 25 p.

14. HEADY, E. O. y DILLON, J. L. Agricultural production functions. Ames, Iowa, University Press, 1961. 667 p.
15. HERRERA CAMPOS, E. Organización y operación del Matadero Nacional de Montecillos como empresa mixta. Tesis Lic. Cien. Econ. y Soc. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Económicas y Soc., 1967. 123 p. (Mimeografía da)
16. JARA FRANCO, J. O. Algunos aspectos de la comercialización del ganado y de la carne de res en Costa Rica. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 106 p.
17. McINTOSH, K. D. Characteristics of livestock slaughter plants in Northeastern United States. West Virginia University Agricultural Experiment Station. Bulletin 428. 1959. 47 p.
18. _____ y TROTTER, C. E. Labor utilization in slaughtering operations of plants in Northeastern United States. West Virginia University Agricultural Experiment Station. Bulletin 480. 1962. 25 p.
19. NAVARRETE, H. Mercadeo del ganado y la carne en el istmo centro americano. Guatemala, SIECA/GAFICA, 1968. 133 p. (Doc. GAFICA 2/68).
20. REID, R. J., RHODES, V. J. y KIEHL, E. R. Economic survey of small slaughtering plants in Missouri. Missouri Agricultural Experiment Station. Research Bulletin 636. 1957. 39 p.
21. RODRIGUEZ VARGAS, L. E. Rastro en Montecillos, Alajuela, Costa Rica. Tesis. Puebla, México, Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Arquitectura, 1962. s.p.
22. SANDERS, A., FRAZIER, R. L. y PADGETT, J. H. An appraisal of economic efficiencies within livestock slaughter plants. Georgia Agricultural Experiment Station. Bulletin N.S. 122. 1966. 46 p.
23. STOUT, T. T. y DICKEY, R. W. The Ohio livestock slaughter industry—a survey. Ohio Agricultural Experiment Station. Research Circular 134. 1964. 30 p.
24. UNITED STATES. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. U.S. inspected meat packing plants; a guide to construction, equipment, layout. Washington, D. C., Agricultural Research Service, 1961.

A P E N D I C E

