

24. 17

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**"LA INGENIERIA APLICADA AL MANEJO DE MATERIALES  
EN LA PRODUCCION AGRICOLA"**

**TESIS PROFESIONAL**  
que presenta  
**EDUARDO BERNAL SAHAGUN**  
para la obtención del título de  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
México, D. F. - 1981



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Página
INTRODUCCION.	i
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1. El problema a analizar - tiempo y costos.	
2. La revolución en la planificación del manejo de materiales.	
CAPITULO II. ESTUDIO DE UNA SITUACION DETERMINADA.	8
1. Análisis de la situación.	
2. La situación actual y el análisis de la operación.	
3. Técnicas de estudio y análisis crítico.	
4. Análisis del Producto-Cantidad.	
5. Planes futuros. Desarrollo y pruebas.	
6. Planificación de la distribución. El procedimiento general aplicado al uso de las hojas de Producto-Cantidad, Datos de Acceso y Diagramas de Flujo.	
7. Consideraciones de planeación y consideraciones prácticas.	
CAPITULO III. LAS CONSTRUCCIONES AGRICOLAS Y SU TIPO DE DISTRIBUCION.	39
1. Estudio de casos típicos de distribución.	
2. Aplicación de los planos de sobreposición a uno de los casos.	
CAPITULO IV. EQUIPO DE TRANSPORTE.	51
1. Transportadores fijos y móviles.	
2. Equipo móvil; Remolques, Tractores y Cargadores Frontales.	
3. El equipo adecuado a su carga.	

CAPITULO V. CARGAS UNITARIAS: SU IMPORTANCIA EN EL MOVIMIENTO DE PACAS Y FARDOS GRANDES. 82

1. Cargas unitarias.
2. Tarimas y contenedores intermedios.
3. Remolques Mezcladores.
4. Comparación del tractor con el montacargas para el manejo de materiales.
5. Tractores para transportación.

CAPITULO VI. DIVERSAS SITUACIONES DE PRODUCCION. 111

1. Manejo de balas.
2. Cereales, alimento y grano cosechado.
3. Fertilizante.
4. Transportación en el campo.
5. Forraje.
6. Estiércol.
7. Papas.
8. Plantas empacadoras.

CONCLUSIONES. 165

BIBLIOGRAFIA. 168

I N T R O D U C C I O N

A partir de la evidencia disponible, está claro que una producción alta (por ejemplo, el nivel de producción física por hectárea ), es uno de los factores más importantes que afectan a la ganancia. Por otro lado, el grado de beneficio que se sabe logran las granjas de alta producción, es mayor que el logrado por las granjas de menor rendimiento.

Las granjas de alta producción, reciben precios iguales por sus productos terminados que las que no lo son; pero obtienen mayor ganancia por medio de un mayor rendimiento. Esto - sugeriría que dichas granjas, están logrando una mejor combinación de recursos y al mismo tiempo están controlando sus costos efectivamente.

El objetivo deberá ser el obtener un nivel óptimo de producción a largo plazo por unidad de capital del propietario; y las indicaciones señalan que ésto está asociado íntimamente con los niveles de producción. La importancia de la buena labranza en los rendimientos altos, es obvia si se quiere lograr un beneficio financiero adecuado a la inversión.

Una de las frases claves es; " Esto sugeriría que dichas granjas, están logrando una mejor combinación de recursos y al mismo tiempo están controlando sus costos efectivamente ".

La producción es importante, el control de costos también.

Este estudio se refiere a un manejo sensato de materia-

les, con objeto de optimizar la producción y reducir los costos.

Parte del problema es que no sabemos cuánto cuesta el manejo de materiales en agricultura y en horticultura; sin embargo, diversas investigaciones nos indican que dicha cantidad es una proporción substancial de los costos totales de operación. En un aspecto más amplio de los costos, todas las granjas han estado sujetas a un alza muy pronunciada en sus costos de producción, acompañada de una reducción de la ganancia neta.

No hay duda de que parte de la forma de mantener o incrementar las ganancias, resulta de la aplicación de la tecnología para aumentar la producción. Asimismo, está claro que parte importante de la respuesta, la deberá dar el control de costos.

Existen muchas áreas dentro de la agricultura, donde los costos pueden ser controlados, pero en este estudio se tratará solo con una de ellas; la perspectiva brindada por el adecuado manejo de materiales.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1. El problema a analizar - tiempo y costos.

Siempre hemos manejado materiales. Desde que el hombre se estableció en la tierra para cultivarla, ha cargado por lo menos la semilla para repartirla y hacerla producir. Así que ¿cuál es la diferencia ahora? ¿Por qué se ha desarrollado la ciencia del manejo de materiales? Y ¿Por qué su importancia en la agricultura?

Las respuestas no son fáciles. Es esta la primera razón para usar una aproximación formal. La agricultura en términos generales, es una operación compleja con diversas tecnologías aplicadas en la labranza. En esta situación, tenemos la tendencia a hacer las cosas por una gran variedad de razones de conveniencia o emocionales, o solo porque así se ha hecho siempre. Esto tiende a desperdiciar el tiempo, y a los precios actuales, es demasiado caro. El punto acerca del manejo de materiales, es que éste no los mejora, ni los hace más grandes, ni aumenta su calidad. El costo del manejo consume las ganancias como un cáncer. Pero, así como el bisturí del cirujano puede controlar cierta enfermedad, así puede la aplicación de la ingeniería y del sentido común, controlar los costos hasta de la situación más compleja en el manejo de materiales agrícolas.

Entonces, la primera razón para una aproximación formal en el manejo de materiales, es la inmediata necesidad de controlar los costos, desde un punto de vista global.

Algunos estudios llevados a cabo en Inglaterra al inicio de los 60's, mostraban que el tractor agrícola promedio usaba más del 80 % de su vida útil en trabajos de "transporte", solo moviendo algo o a alguien. Fue Harry Ferguson quien señaló que el usar el pequeño tractor, era "más barato que caminar". El tractor promedio en Inglaterra, aún gasta más del 50 % de su vida en el mismo tipo de trabajo. Al comienzo de los 70's, el Departamento de agricultura de Estados Unidos publicó un reporte acerca del destino que se le daba al combustible usado en la agricultura norteamericana, que indicaba que más del 50 % era usado para actividades fuera del campo. Se tiene entonces una evidencia amplia de que, en términos generales, se gasta gran cantidad de energía solo en mover las cosas. La crisis energética nos indica que el costo de ese movimiento no disminuirá.

El control de costos es de importancia capital. Existen otras razones implicadas en esta situación. La intensidad de cultivo es una de ellas. En un sistema intensivo existen problemas físicos para tener todo en una area pequeña. El movimiento libre de materiales, es necesario para permitir que procedan todas las otras funciones de la labranza. Hay muchas situaciones en donde un flujo más adecuado de materiales, haría la vida más fácil y el manejo menos arriesgado. Todo nos hace regresar al control de costos.

La palabra "riesgo" señala otra area, en la que un buen manejo mejoraría la calidad de vida agrícola. La mala disciplina en el manejo de materiales, incrementa el riesgo de accidente.

Los accidentes son malos para la gente y afectan las ganancias, ya que son muy caros.

## 2. La revolución en la planificación del manejo de materiales.

Hasta ahora hemos observado los efectos globales de un buen manejo, que son el resultado de una buena administración. En circunstancias particulares, los efectos físicos de un manejo adecuado pueden ser impresionantes. Por ejemplo, un tractor agrícola típico de 50 H.P., equipado con un cargador frontal (figura 1), es probable que levante menos de 150 Kg. de estiércol por vuelta, al cargar en el campo. Su tiempo de maniobra completa, promediará en el rango de los 90 segundos. Lo anterior nos da un promedio de carga de 6 toneladas por hora.



Figura 1. Tractor agrícola de 50 H.P. equipado con cargador frontal.

Otro ejemplo sería un tractor mayor, equipado con un cargador semi-industrial, con una carga nominal de 1500 Kg. pero que en la práctica es difícil que promedie arriba de los 750 Kg. por vuelta. Lo anterior daría un promedio de carga de 30 tonela-

das por hora (figura 2).

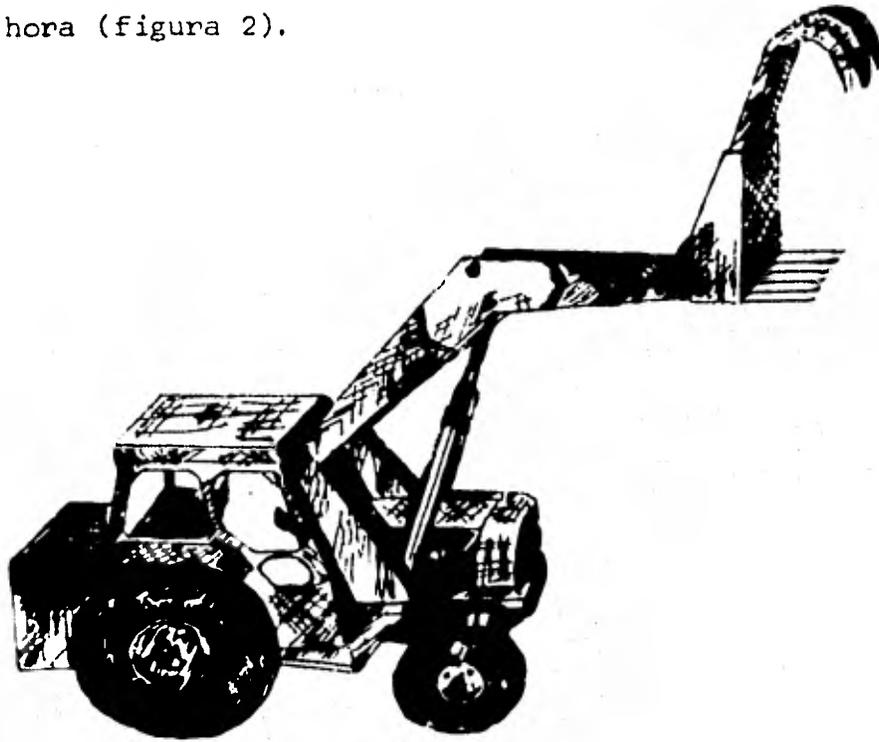


Figura 2. Tractor de tipo semi-industrial con 1500 Kg. de carga nominal.

Por otro lado, un montacargas de horquillas para terreno pesado, tendría un rendimiento diferente. El tamaño más popular, con una carga nominal de 2000 o 2500 Kg. cargará 1500 Kg. por viaje, con un tiempo de operación de 60 segundos: nos da por lo tanto, 90 toneladas por hora (figura 3).

Algunos montacargas actuales, llegan a tener cargas nominales de 3 o más toneladas, lo que puede proporcionar cargas superiores a las 150 toneladas por hora.



Figura 3. Montacargas de horquillas para terreno pesado con carga nominal de 2500 Kg.

#### Ejemplos.

El equipo adecuado puede lograr diferencias notables de ejecución en una situación particular, pero el equipo nuevo así como el antiguo, requiere de una administración adecuada para sacarle el mayor provecho. Una investigación agrícola de 1972, registró la descarga de silos de pastura: Se observó una diferencia notable en el trabajo de los cargadores frontales. Algo de ello se debió al equipo, algo a la disposición de las horquillas en la máquina, algo al manejo de los propios operadores. Los datos señalan grandes diferencias entre los diversos equipos, pero también diferencias entre equipos semejantes en diferentes granjas. Por ejemplo, el costo del tiempo de carga con diferentes métodos, fué medido en minutos-hombre por tonelada. Esas cifras se muestran en la tabla 1 de la página siguiente.

Método de carga y alimentación	Tiempo total (minuto-hombre/ton)	
	Excluyendo transporte	Incluyendo transporte
1. Cargador frontal y caja de forraje.	10.2 (21) <sup>†</sup>	11.7 (21)
2. Cargador de columpio y caja de forraje.	8.3 (10)	10.6 (10)
3. Cargador frontal a un esparcidor de abono.	13.9 (6)	16.1 (6)
4. Acarreo con rastrillo, cubo o tenaza directo al punto de carga.	10.6 (6)	12.5 (6)
5. Cargador frontal alimentado a mano desde el remolque.	23.5 (2)	26.0 (2)
6. Cargado y alimentado a mano.	68.7 (1)	70.0 (1)
7. Cargador trasero a mano desde el remolque de piso móvil.	29.2 (1)	31.2 (1)
8. Cargador frontal al triturador y alimentador de banda.	13.0 (1)	15.0 (1)
9. Ensilador a caja de forraje.	7.8 (1)	8.8 (1)

<sup>†</sup>Las cifras entre paréntesis, señalan el número de casos vistos.

Tabla 1. Análisis del costo de carga por diferentes métodos. .

Las cifras promedio para las máquinas individuales, no nos dicen toda la historia. De las veintiún granjas de la muestra en las que se usó el cargador frontal para llenar la caja de forraje, el tiempo de carga (excluyendo el transporte) fué un pro-

medio de 10.2 minutos-hombre/tonelada. Así que no es solo lo que se hace, sino la forma en que se hace.

La situación del manejo de la granja puede ser compleja y por supuesto involucra el empleo de energía, horas-hombre y tendrá su costo en dinero. La función de un buen manejo de materiales, es mantener lo anterior dentro de límites razonables. En síntesis, los objetivos son el tener el material adecuado en calidad y cantidad correctas, en la condición y en el lugar adecuados, en el momento propicio y de manera económica.

Las formas de alcanzar esos objetivos, serán analizadas en los capítulos siguientes.

CAPITULO II

ESTUDIO DE UNA SITUACION  
DETERMINADA

## 1. Análisis de la situación.

La lección es siempre la misma en el manejo de materiales. Es cuestión de cómo establecer las prioridades en el movimiento de materiales, en las circunstancias particulares. Un sentido común adecuado encabezará la lista de requisitos para una toma de decisiones sensata, acompañada de una buena imaginación. En efecto, los elementos que deberán ser tomados en cuenta, son: Materiales, hombres, máquinas y dinero, todos combinados por medio de la imaginación creativa del ingeniero de distribución.

El problema surge cuando se deben acoplar las habilidades de la fuerza humana de trabajo, a los movimientos complejos de muchos materiales con las máquinas, que con toda seguridad tienen sus propias limitaciones y pueden no ser del todo confiables. Así que hay que anotar las cosas.

Existen algunas ideas sencillas que pueden ayudar. Estas técnicas simples pueden ir siendo elaboradas paso a paso, para examinar y mejorar hasta la situación más compleja. El enfoque básico siempre es el regresar, a partir de la tarea a realizar, al material que se debe mover, como un asunto de prioridad.

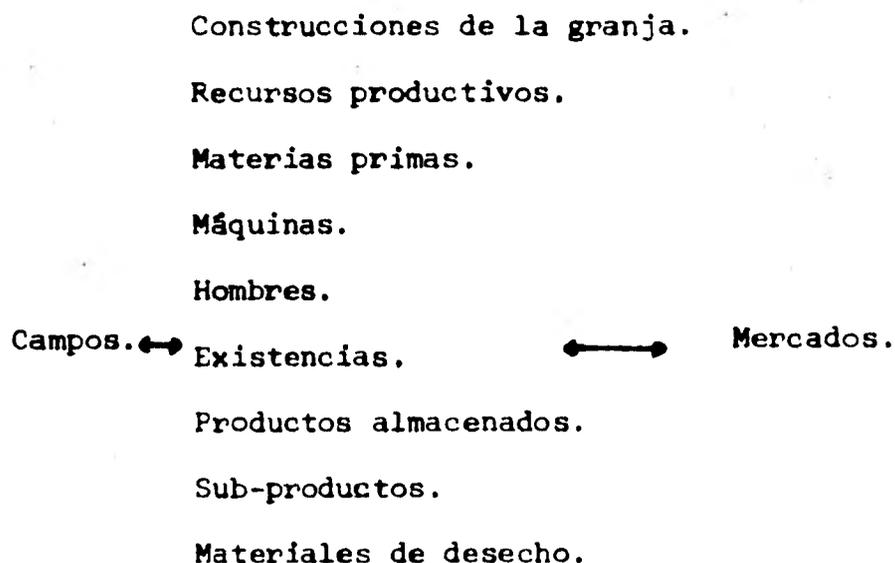
## 2. La situación actual y el análisis de la operación.

El problema y compromiso del responsable de cualquier operación, es saber si puede lograr más con una aportación menor.

Lo anterior genera dos situaciones opuestas que dan origen a una toma de decisión; o se mantiene en forma íntegra la situación actual de producción, o se desarrolla un plan totalmente nuevo que involucre posiblemente nuevos productos.

En la agricultura, ambas decisiones incluyen la tierra existente, las construcciones y otros recursos ya pagados y ubicados. La pregunta en el manejo de esos productos y recursos, particularmente en lo que se refiere al manejo de materiales, es si continuar lamentándose de los recursos existentes, si construir una nueva unidad para volver a empezar, o desarrollar un término medio entre ambas alternativas; que es lo que se hace en la mayoría de los casos en la práctica.

Veamos en el siguiente cuadro cuales son los elementos que se han de manejar en la planeación de la producción agrícola.



Cuadro 1. Elementos a manejarse en la planeación de la producción agrícola.

Como todos sabemos, las construcciones existentes de la granja, dominan el trabajo y el flujo de materiales en el lugar y tienen efectos muy importantes en el fácil movimiento de materiales, hombres, máquinas, y ganado, tanto de y hacia los campos como desde y hacia los mercados.

En un lugar ya existente, el compromiso es aprovechar los puntos buenos de cualquier distribución particular de las construcciones, para reducir al mínimo el trabajo y lograr la máxima productividad. En la planeación de cualquier construcción nueva, el objetivo permanece, pero se puede aprovechar la perspectiva de permitir nuevos desarrollos si fuera necesario. No hay necesidad de que las construcciones que se planean, impidan totalmente los desarrollos futuros.

El problema es de visión. ¿Cómo tomar las decisiones? Primeramente las decisiones deberán tomarse en base a la información relativa a la forma en que se manejan los materiales. Esta información deberá ser recopilada y presentada de tal manera que se puedan tomar decisiones sensatas fácilmente y a la primera, de manera que no interfiera con probables desarrollos futuros.

### 3. Técnicas de estudio y análisis crítico.

El primer paso es establecer qué es lo que se hace y qué es lo que se mueve. Establecido eso, se sabrá a grandes rasgos lo que cuesta ese manejo de materiales en función del tiempo, tractores y hombres; si no es que ya directamente en términos

monetarios.

La parte más simple, pero al mismo tiempo fundamental del enfoque, es el análisis crítico, cuyo formato se muestra a continuación. Como se notará, es básicamente el sentido común aplicado.

Hoja de examen crítico en el manejo de materiales

Preguntas primarias		Preguntas secundarias	
Hechos del método actual.		Alternativas.	Alternativa seleccionada.
¿QUE material es movido?	Es necesario el movimiento ¿Por qué?	¿Se podría mover algo mas?	¿Qué debería ser movido?
¿DONDE empieza, prosigue y termina el movimiento?	¿Por qué ahí? Ventajas. Desventajas.	¿En donde mas se podría hacer? ¿Qué caminos alternativos hay?	¿A qué lugar deberá ser movido y por que camino?
¿CUANDO es movido?	¿Por qué entonces?	¿En que otro momento se podría mover?	¿Cuándo deberá ser movido?
¿QUIEN lo mueve?	¿Por qué esa persona?	¿Quién mas lo lo podría mover?	¿Quién lo deberá mover?
¿COMO se lleva a cabo el movimiento?	¿Por qué así?	¿De que otra forma se podría hacer? ¿Se podría mecanizar o automatizar?	¿Cómo deberá ser movido y qué asistencia mecánica deberá proporcionarse?

A la izquierda se encuentran dos columnas verticales, que contienen las preguntas primarias, diseñadas para establecer los hechos. En la tercera columna se encuentran las alternativas posibles a considerar. En la cuarta, se hallan las opciones lógicas para cada caso. Aplicando un juicio sensato, el plan de acción correcto surgirá de manera ineludible. Con frecuencia se encuentra que el análisis crítico permite tomar decisiones finales y que en realidad existe una "sola mejor manera", cuya selección se hace ineludible.

#### 4. Análisis del Producto - Cantidad.

Para establecer algunos hechos acerca de la operación, es necesario hacer uso de algún tipo de análisis lógico para ensamblar los detalles importantes. Si eso se puede hacer, se puede llevar a cabo "una poda" de datos innecesarios y los efectos de dicho trabajo, podrán ser aprovechados al máximo.

El análisis producto - cantidad, es una aproximación crítica sencilla, que será usada más adelante en esta tesis, cuando abordemos el tema de análisis de la distribución.

Objetivos de los elementos componentes del análisis  
Producto - Cantidad.

Producto	Establecer el tipo de material a manejarse y su naturaleza.
Cantidad	Establecer el tamaño y la cantidad del material.
Ruta	Establecer el camino que cada material seguirá en el ciclo de producción.

**Servicios** Establecer los servicios requeridos (por ejemplo: agua, electricidad, etc.) y la cantidad necesaria de ellos.

**Tiempo** Establecer el tiempo del inicio del ciclo productivo y el tiempo correspondiente a cada etapa del proceso.

El producto o material a manejarse, es fundamental para el negocio. El producto es la fuente de la ganancia. Todo, desde las materias primas originales, pasando por los productos intermedios, de desecho y los productos comercializables finales, se mueven de una forma u otra. Para hacer un análisis lógico, se necesita conocer la naturaleza de estos materiales así como sus características de manejo.

La cantidad de cada material en movimiento es importante. El peso y el volumen de los materiales en todas las etapas de la operación, afectan la forma en que se ha de efectuar el trabajo de manejo. El requisito fundamental de la operación de todo agricultor o granjero, es lograr productos identificables en cantidades también identificables. El administrador se fija metas y desea que el sistema agrícola que selecciona, el medio ambiente natural y el clima le permitirán lograrlas. La siguiente pregunta es ¿Cómo puede permitir al sistema seleccionado por él, que funcione realmente?

La ruta es el proceso o secuencia de operaciones, que es la base de la producción. El movimiento de semillas, productos químicos y fertilizantes al terreno, la alimentación del ganado

y su comercialización, deberán contar con un modelo que incluya una secuencia de movimientos con flexibilidad limitada. El flujo de materiales es, por lo tanto, la dirección que deberá seguir el producto hacia el logro de los objetivos de la producción.

Los servicios de apoyo son necesarios para producir. La energía, el agua y otros servicios principales son obviamente requeridos, pero el apoyo es más amplio que eso. El mantenimiento es palabra clave para la maquinaria, pero también para los hombres. Estos necesitan poder ir a trabajar, realizar su trabajo, volver a su casa y regresar al día siguiente. Requieren transporte, áreas de comida y de descanso, sanitarios y servicios especiales para operaciones como: fumigación de siembras y el manejo de sustancias químicas peligrosas.

Se requiere de apoyo administrativo de oficina. Los asesores agrícolas necesitan entrar al área de producción, así como los trabajadores. Al almacenaje se le considera como un servicio de apoyo. Los hombres, las máquinas y los materiales necesitan detenerse en varios puntos dentro del proceso productivo mientras esperan el siguiente paso.

El tiempo tiene más importancia en la agricultura que en la mayoría de las industrias. No solo es importante en el sentido de que cualquier negocio deberá pagar por el tiempo del hombre, de que el trabajo productivo e improductivo consumen tiempo, de que los sucesos y acciones solo pueden llevarse a cabo en un momento preciso del día, etc. sino porque la oportunidad en el sentido agrícola es importante en sí misma. La oportunidad bajo

una cantidad de situaciones climáticas y de labranza, hacen que la toma de decisiones sea un asunto sumamente difícil. Por otro lado, la comercialización de los productos agrícolas, está sujeta a fluctuaciones causadas por la temporada. Por todo lo anterior se puede ver que el tiempo puede ser un auxiliar, pero también una limitante que habrá que considerar seriamente.

El análisis Producto- Cantidad es la clave para entender el flujo de materiales dentro de la operación productiva. Incluso puede darse el caso de que el solo análisis crítico, sea suficiente para asegurar mejoras substanciales de operación.

#### 5. Planes futuros. Desarrollo y pruebas.

Si se piensa que las cosas podrían ser mejoradas, la pregunta es ¿Cómo planear un cambio? de manera que se pueda lograr lo siguiente:

a) Hacer lo que se propone para elaborar un producto, en una cantidad seleccionada para una venta lucrativa, en un tiempo determinado.

b) Hacer lo anterior, utilizando una ruta que sea práctica y económica (es importante la forma de llevar a cabo el trabajo).

c) Realizarlo con un nivel razonable, pero de preferencia mínimo, de necesidad de servicios de apoyo, dentro del tiempo disponible.

Todo lo anterior deberá ser realizado de modo que no

imponga limitaciones intolerables a la administración, ni en la posibilidad de sacar ventaja a la tecnología cambiante, en lo referente a labranza o maquinaria, y que no impida que el negocio se expanda y se desarrolle.

Aun en las granjas pequeñas con un solo producto, los problemas físicos involucrados para el logro de estos objetivos, pueden ser considerables. En unidades grandes con varias actividades, los problemas son virtualmente insolubles a niveles razonables de eficiencia, excepto cuando se aplica el análisis lógico o cuando la suerte hace su aparición. No obstante lo anterior, es posible lograr un plan correcto a la primera, con la aplicación del análisis que describiremos más adelante.

6. Planificación de la distribución. El procedimiento general aplicado al uso de las hojas de Producto-Cantidad, Datos de Acceso y Diagramas de Flujo.

Todas las granjas son diferentes, de manera que no es posible que exista un modelo singular, que se pueda copiar y entregar a todos los agricultores o ganaderos para el manejo perfecto de sus materiales. Pero si hay una forma de uso general para realizar el estudio del flujo de materiales en las granjas, que establecerá la mejor manera de hacerlo en las circunstancias actuales, y que permitirá expansiones y cambios en el futuro. A este estudio se le da con frecuencia el nombre de Ingeniería de Distribución.

El procedimiento seguido por la ingeniería de distribu-

ción puede ser dividido en cuatro areas principales, que son:

1. Localización de la granja y construcciones a ser distribuidas.

2. Distribución total general.

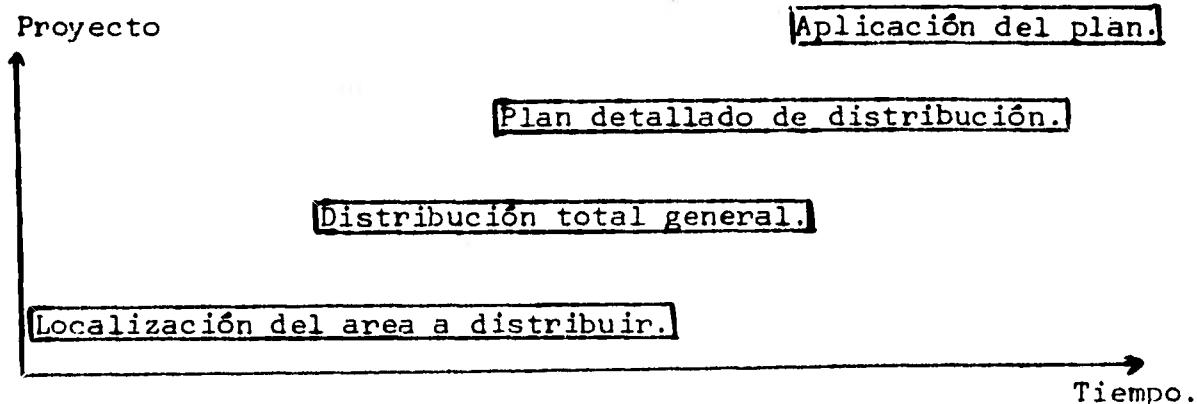
3. Plan detallado de distribución.

4. Aplicación del plan.

Hay problemas asociados con este procedimiento aparentemente rígido. Si, por ejemplo, en el punto de erección de una nueva construcción de la granja, se encontrara que el diseño de los cimientos fuera de tipo profundo y que éstos cortaran un pozo o un drenaje subterráneo, la construcción tendría que ser reubicada; lo que podría significar cambios notables en el diseño de la granja. Es por este motivo, que la ingeniería de distribución está capacitada para reunir la información adecuada en el momento propicio y aplicarla al trabajo diseñado, pero también permitir la retroalimentación de la información relevante, para replanear la distribución básica.

A continuación se muestra un plan de operación.

#### CARTA DE ACTIVIDAD DE LOS INGENIEROS DE DISTRIBUCION



La idea es disciplinar el trabajo de diseño, pero insistir (como se ve en la figura anterior) en el traslape de varias actividades, de modo que el plan final ajuste cuando alguien intente ponerlo en práctica.

#### Fase 1.

Localización. En sentido limitado, está ya muy determinada en la agricultura, ya que existe una granja con sus límites definidos y con un conjunto de construcciones propias, las cuales representan una inversión considerable. Por tal motivo, generalmente hay libertad limitada para cambiar la situación radicalmente. Sin embargo, aquí se puede presentar la disyuntiva entre continuar desarrollando el lugar existente, o volver a empezar en otro lugar de la granja. En este aspecto, la topografía de la granja (pendientes, drenajes, forma, tamaño, etc.) y su infraestructura (caminos, comunicaciones, servicios, etc.) son relevantes para el resto del plan de desarrollo, por lo cual necesitan ser comprendidos profundamente en esta etapa. La mayoría de los granjeros tienen la información en la mente, pero ésta debe hacerse disponible y aplicarse al trabajo de inmediato. Los mapas, planos de todos los eventos históricos sucedidos a la granja, las operaciones en las construcciones, drenajes, etc. pueden proporcionar datos útiles, que bien podrían ahorrar errores costosos posteriores.

#### Fase 2.

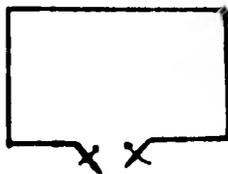
La selección del sitio para una replaneación de las operaciones existentes, o de un nuevo desarrollo, deberá poder

ser traslapada con la selección de distribución total general. Necesitamos un plan que ensamble a la labranza con la tecnología de manera económica, pero que permita desarrollos futuros. Puede ser que un "paquete" particular trate con, digamos, el secado de grano y la planta de manejo quedara mejor ubicada en cierto lugar de la granja, así es que es importante permitir cierto grado de traslape en el proceso de planeación.

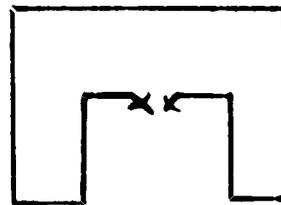
En este momento, se deberá establecer por lo menos una idea del plan general total, tanto para el sitio de la granja tomado como un todo, (en términos de un plan maestro de desarrollo), como en términos de las nuevas construcciones tomadas de manera independiente. El modelo establecido dictará el detalle del resto de la operación planeada y el tipo de sistemas de manejo usados para operar el sistema.

La distribución tradicional.

La forma de las construcciones agrícolas ha sido comúnmente un rectángulo con puerta o puertas al centro (figura 4a.). Esta construcción estaba con frecuencia situada en una distribución de cuadrángulo o herradura abierta al sur (figura 4b).



a



b

Figura 4. Distribuciones tradicionales de construcción agrícola.

No hay duda de que esta distribución cumplió sus objetivos en su tiempo, pero los requerimientos actuales de transporte han sobrecargado críticamente los puntos de acceso.

La nueva distribución.

La nueva distribución de las construcciones agrícolas, va a ser dominada sin lugar a duda por los requerimientos de manejo y transporte. Nuevamente, el acceso será factor dominante. Hay básicamente dos formas de distribución agrícola, que permiten la expansión de la granja y un acceso continuo.

a) Distribución a ambos lados de un acceso individual.

b) Distribución radial a partir de un punto central.

La naturaleza del negocio ayudará a seleccionar entre estas dos posibilidades. La distribución vista con más frecuencia, es la de expansión hacia uno o ambos lados de un acceso existente (figura 5).

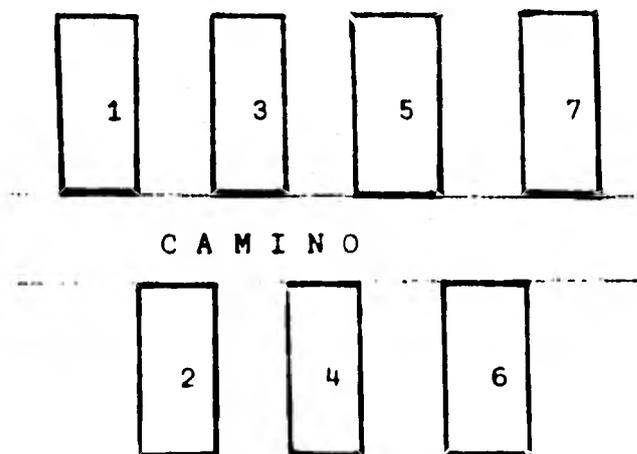


Figura 5. Distribución de construcciones agrícolas a ambos lados de un camino principal.

La analogía de la distribución anterior se puede dar con las ramas de un árbol y su tronco principal; las ramas recibiendo y proporcionando agua y nutrientes. Esta distribución presenta grandes ventajas desde el punto de vista de acceso y ventilación.

Como distribución alternativa de este tipo, tenemos la que se muestra en la figura 6. La ventaja de ésta sobre la anterior, es que la carga y descarga pueden efectuarse a dos casas o unidades a ambos lados del camino, en forma simultánea. Lo anterior nos brinda economía en servicios.

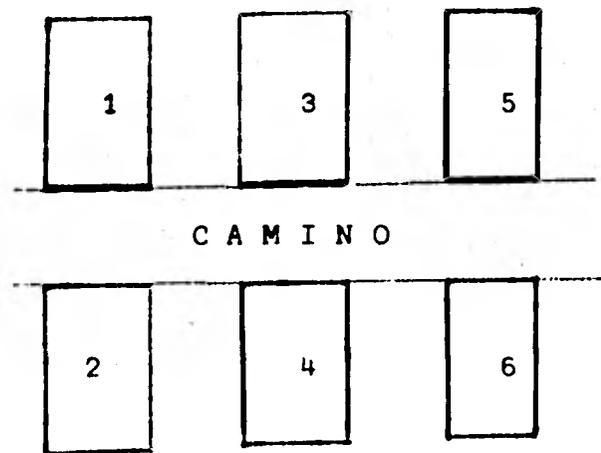


Figura 6. Distribución alternativa de construcciones que permite carga y descarga de dos unidades simultáneamente.

La distribución ayuda a nuestros requerimientos, en el sentido de que hay acceso dispuesto a todas las unidades y que éstas se pueden expandir, ya sea ampliando cada casa hacia afuera o agregando más casas a lo largo del camino. Una ventaja adicio-

nal, es que los servicios principales como electricidad y agua, pueden ser llevados a lo largo del camino en una sola línea, manteniéndose sus costos al mínimo. Esta distribución es particularmente adecuada para empresas ganaderas con unidades múltiples, pero también es útil en unidades disímiles como el almacenaje de grano en uno, un taller en otro, una unidad de ganado en otro, etc., todos dispuestos linealmente a lo largo de un camino.

Para permitir que los vehículos den vuelta con facilidad, se puede hacer el camino lo suficientemente ancho en toda su longitud, para poderlo hacer en cualquier punto, lo que sale caro. Alternativamente, se puede dejar un espacio amplio para maniobras al fondo del mismo.

#### Distribución radial.

Hay circunstancias en las que se puede sacar ventaja de una distribución radial a partir de un centro, de donde se puedan ampliar las construcciones. Obviamente la situación deberá ser dominada por un punto central unitario, por ejemplo, un salón de ordeña al centro de las unidades de ganado.

Esta distribución tiende a desperdiciar espacio, pero tiene ventajas particulares para unidades grandes y ha sido usada por las industrias lecheras en Italia. Este sistema sigue siendo útil hasta que todos los "rayos" de la rueda han sido colocados en su lugar. Entonces la única posibilidad de expansión que queda es alargar los rayos, lo que puede provocar dificultades técnicas. Existen límites para la longitud de los transportadores o en las distancias adecuadas para los sistemas de eliminación de desechos.

El potencial de estas distribuciones se amplía con la inclusión de sistemas automatizados, en los que el centro llega a ser el punto de control, de lo que en realidad se ha convertido en un sistema de manejo de materiales (figura 7).

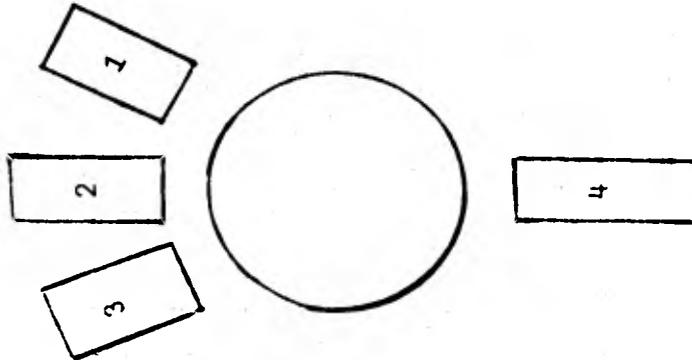


Figura 7. Distribución radial de construcciones agrícolas.

Instalaciones compactas y expansión futura.

La distribución establecida deberá estar lo suficientemente repartida sobre el terreno, de manera que deje espacio para expansiones futuras y acceso adecuado a cada una de las construcciones; deberá tener espacio para el movimiento libre de hombres, máquinas, materiales y ganado. Sin embargo, si ésto se exagera, los movimientos y el transporte de material entre construcciones se vuelven antieconómicos. Es por eso que ambos factores se deberán balancear.

Fase 3.

Cuando la localización se ha decidido en términos precisos, puede proceder el desarrollo de los detalles del plan. Las especificaciones del tamaño de construcciones, las dimensiones

exactas de caminos y accesos, hasta las bisagras y aldabas de las puertas para accionamiento sencillo, deberán especificarse en el plan detallado de distribución. Obviamente es deseable que exista un traslape con la fase previa, aunque preferiblemente ya no con la fase 1. Sería tiempo perdido de planeación, el iniciar los dibujos precisos antes de terminar los detalles de localización. Por ejemplo, los componentes del drenaje nacidos de las necesidades de esta fase, bien podrían afectar la disposición general de dicho sistema, así que es deseable un traslape con la fase 2. El proceder dando dos pasos al frente y uno atrás, produce avances sin errores.

Habiendo logrado un plan detallado en la fase 3, está claro que la aplicación del plan en el terreno, traerá consigo problemas de operación que necesitan ser integrados al mismo plan. Así que la operación no puede quedar terminada, hasta que se sepa que el plan funciona en la situación práctica. Una buena planeación hará mínimos y puede que hasta elimine los cambios en esta etapa, pero el ingeniero de distribución está obligado a vertir toda su experiencia en el plan de desarrollo. Nuevamente, la aplicación del plan no se puede empezar en realidad antes de terminar el plan general de distribución, pero es deseable un traslape con la fase 3.

Fase 4.

La localización comienza con los planos de la granja, de las construcciones y los servicios existentes. Se deberá aprovechar el conocimiento de los agricultores que saben donde se ha-

llan por ejemplo, los puntos de la granja con mal drenaje y la información detallada acerca de los requerimientos de comercialización, así como la carga de los ejes de los transportes de mercancía.

Lo que se quiere producir, como se definió en el análisis Producto-Cantidad, es también fundamental para aplicarse en esta etapa y representa el inicio del procedimiento básico que producirá los planes. No existen aún detalles suficientes para proceder y se necesitarán más. Las páginas siguientes muestran una forma general de recopilar información de manera sistemática.

Se usarán tres hojas diferentes, que son: la hoja de datos de Producto-Cantidad, la hoja de Datos de Acceso y la carta de Producción de Temporada.

Cuando la información reunida en esas hojas esté completa, puede ser analizada y usada constructivamente. El modelo de uso se muestra más adelante, integrado al Procedimiento Planeado de Distribución (que se muestra en hoja aparte). Nuestro objetivo en esta etapa, es establecer una idea de lo que es el flujo de materiales en sus distintas etapas: al entrar a la granja, en el interior de la misma, en sus construcciones, en su paso de las construcciones al campo y finalmente su salida de la granja.

HOJA DE DATOS DE PRODUCTO-CANTIDAD.

Unidad \_\_\_\_\_

Hoja # \_\_\_\_\_

Datos de \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Información del producto.

Descripción del producto. \_\_\_\_\_

Condición inicial. \_\_\_\_\_

Condición final. \_\_\_\_\_

Estado. \_\_\_\_\_

Forma. \_\_\_\_\_

Dimensiones. \_\_\_\_\_

Contenedor normal (interior/exterior). \_\_\_\_\_

Requisitos de producción.

Cantidad manejada este año. \_\_\_\_\_

Cantidad a manejar el año siguiente. \_\_\_\_\_

Cantidad anticipada en cinco años. \_\_\_\_\_

Cantidad normal de reparto. \_\_\_\_\_

Cantidad máxima de reparto. \_\_\_\_\_

Cantidad normal de almacenaje. \_\_\_\_\_

Cantidad máxima de almacenaje. \_\_\_\_\_

Cantidad de almacenaje para contingencia. \_\_\_\_\_

Cifras para el plan de distribución.

Area \_\_\_\_\_

Acceso a la construcción \_\_\_\_\_

Volumen \_\_\_\_\_

Accesos interiores \_\_\_\_\_

Altura del alero \_\_\_\_\_

HOJA DE DATOS DE ACCESO.

Unidad \_\_\_\_\_

Hoja # \_\_\_\_\_

Datos de \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Información del producto.

Producto o material \_\_\_\_\_

Cantidad por año \_\_\_\_\_

Cantidad por carga \_\_\_\_\_

Número de cargas por año \_\_\_\_\_

Número de cargas por semana \_\_\_\_\_

Número de cargas por día \_\_\_\_\_

Horas pico por día \_\_\_\_\_

Rango de prioridad \_\_\_\_\_

Tendencia de prioridad \_\_\_\_\_

Información de la carga.

Dimensiones de la carga \_\_\_\_\_

Anchura de ejes \_\_\_\_\_

Peso de la carga \_\_\_\_\_

Peso en el eje \_\_\_\_\_

Carga a la rueda \_\_\_\_\_

Notas.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## CARTA DE PRODUCCION DE TEMPORADA

PRODUCTO FINAL \_\_\_\_\_

Materias primas.

Tiempo normal de entrega \_\_\_\_\_

Variaciones en el tiempo de entrega \_\_\_\_\_

Tonelaje u otra cantidad \_\_\_\_\_

Lugar de almacenaje \_\_\_\_\_

Punto de uso \_\_\_\_\_

Tiempo de uso \_\_\_\_\_

Método de uso \_\_\_\_\_

Máquinas y hombres.

Tamaños de máquinas \_\_\_\_\_

Requerimientos de acceso \_\_\_\_\_

Requerimientos de servicios \_\_\_\_\_

Materiales de producción.

Tiempo normal de cosecha \_\_\_\_\_

Variaciones en el tiempo de cosecha \_\_\_\_\_

Servicios requeridos \_\_\_\_\_

Tonelaje producido \_\_\_\_\_

Requerimientos de almacenaje.

Tonelaje requerido \_\_\_\_\_

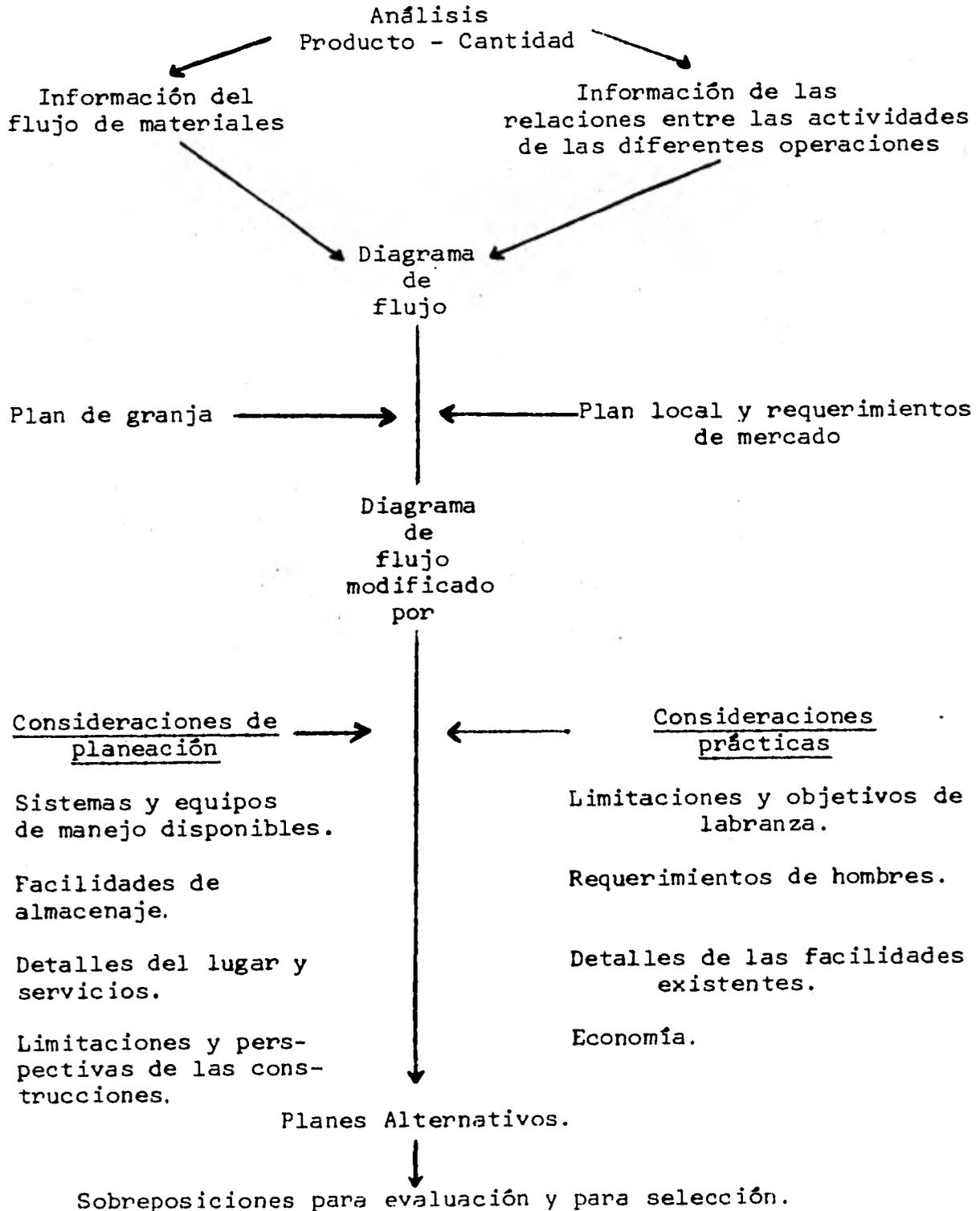
Tratamiento requerido \_\_\_\_\_

Tiempo normal requerido \_\_\_\_\_

Variaciones en el tiempo requerido \_\_\_\_\_

Detalles de re-uso cuando se convierte a su vez en materia prima de otro proceso \_\_\_\_\_

PROCEDIMIENTO PLANEADO DE DISTRIBUCION



El diagrama de flujo.

La idea del diagrama de flujo, es el proporcionar el modelo del movimiento de materiales, dentro del concepto formado con la información proporcionada por el análisis del Producto Cantidad. Necesitamos saber la disposición física de los diferentes pasos o rutas del flujo de materiales. Cada movimiento tiene una prioridad relativa a los otros movimientos.

El primer paso para construir un diagrama de flujo, es bosquejar la distribución existente o el primer plano, marcando sobre ellos los movimientos que pudieran tener lugar. La figura número 8, muestra un diagrama de flujo sin desarrollar, para una unidad lechera. Una vez que se tiene la idea básica del flujo de materiales, a cada movimiento se le debe dar una prioridad de acuerdo a su importancia en la operación productiva. El diagrama mostrado, utiliza el grueso de las flechas para indicar importancia. Es un método atractivo visualmente, pero puede causar confusión debido a la dificultad de distinguir directa e inmediatamente entre dos gruesos similares. El procedimiento usual, es trabajar con un código a base de colores para las flechas, o por medio de flechas múltiples, por ejemplo 4 líneas para formar una flecha de prioridad superior. La clasificación de prioridad, permite la selección de las actividades más importantes para su localización prioritaria, dentro de los planos de las construcciones. Esta prioridad está determinada en muchos casos por el Plan Total Básico General escogido.

Tabla 2. Clasificación de prioridades en el movimiento de materiales.

Clasificación	Importancia	Clave de prioridad	
		Color	No. líneas
A	Absolutamente necesario	rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	naranja o amarillo	3 rectas
I	Importante	verde	2 rectas
O	Importancia ordinaria	azul	1 recta
U	Sin importancia	----	---
X	Indeseable	café	1 ondulada
XX	Muy indeseable	negro	2 onduladas

#### Relaciones entre actividades.

Las actividades no pueden ser tomadas en forma aislada, ya que la agricultura no es así. Por ejemplo, las vacas no pueden ser puestas en el cuarto de ordeña sin considerar factores como: la hora de llegada del tanque lechero, los horarios del personal y los requerimientos de otras actividades de la granja.

Volvemos al análisis de Producto-Cantidad, para conocer las cantidades de material involucrado, el momento del movimiento así como su ruta, en relación al resto de la granja, así como al resto del proceso.

Ahora podemos visualizar un flujo eficiente de materiales, resultante de la demanda de éstos y de la relación de actividades, tomando en consideración el resto de la operación.

La conjugación de los elementos anteriores, dará como resultado un diagrama de flujo,

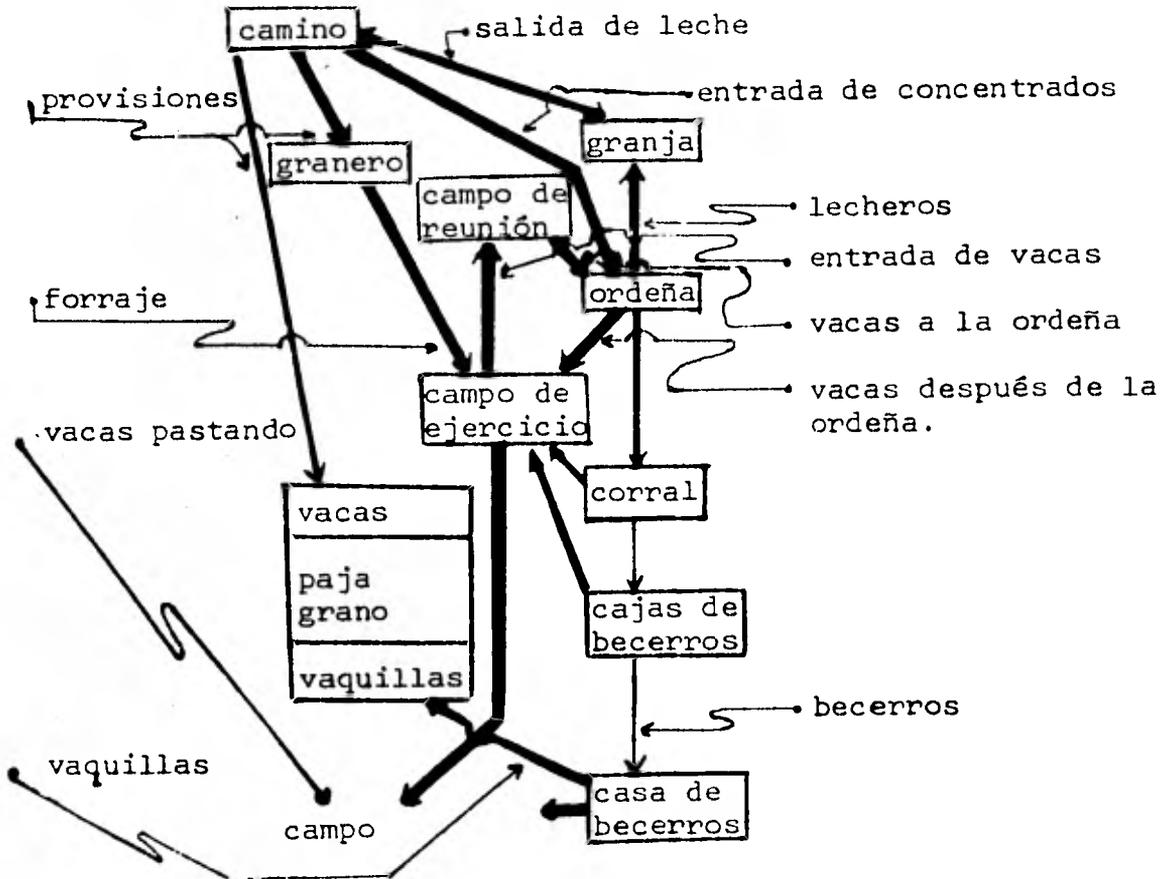


Figura 8. Diagrama de flujo de unidad lechera, mostrando las prioridades relativas del movimiento de materiales, mediante el grueso de las flechas.

Con el Procedimiento Planeado de Distribución, tenemos ahora tres documentos para poder proponer el Plan Global de Distribución General, que servirá de base para todos los dibujos de los planos detallados.

Contamos ya con un Plano Local de la zona y los requerimientos de mercado, con un Diagrama de Flujo y un Diagrama de Flujo Modificado que nos permitiera elaborar el Plan Global de Distribución General.

Esto producirá algunas distribuciones alternativas y puede que más de una Distribución Global General resulte adecuada. No se puede, por otro lado, tomar una decisión final, sino hasta después de haber logrado cierto detalle.

Al interior de ese Diagrama de Flujo Modificado, habrá que incluirle ciertos detalles relevantes que serán descritos en la sección siguiente.

#### 7. Consideraciones de planeación y consideraciones prácticas.

Sistemas de manejo y equipo disponible:

Ciertos tipos de sistemas de manejo tienen atractivos obvios, y pueden tener respuesta inmediata a objetivos primarios, como el manejo de estiércol fluido. La atracción básica se apoyaría en que, siendo un líquido, es posible no solo mecanizar su manejo, sino automatizarlo en forma parcial e incluso totalmente. Los requisitos de mano de obra pueden ser extremadamente bajos e incluso, en algunos casos hasta nulos.

De manera semejante, ciertos tipos de equipo pueden ser atractivos. Los montacargas, por ejemplo, tienen altas velocidades de trabajo y son muy adaptables.

Alternativamente se podría desear un equipo para soplar estiércol de ave húmedo, para reciclaje al interior de un silo de 25 metros y tener el problema de que el equipo adecuado no se encuentre a nuestra disposición.

#### Facilidades de almacenaje.

La mayoría de los estudios de manejo de materiales no están basados exclusivamente en el problema del manejo en sí, el almacenaje está considerado como manejo de materiales, ya que es precisamente cuando los materiales dejan de moverse (cuando están en almacén), lo que dicta los modelos de movimiento. Los sistemas de almacenamiento son los que con frecuencia dictan el tipo de equipos, los métodos de movimiento y la distribución de todo el sistema. Por ejemplo, el almacenaje de grano húmedo en silos sellados, demandará una distribución diferente a la del grano almacenado y secado en el suelo.

#### Detalles del lugar.

La topografía de un lugar, puede ser tanto limitante como ventaja. Una pendiente puede limitar a algunos tipos de equipos, o a la longitud de las construcciones, pero la gravedad es la forma más barata de transporte a nuestra disposición. El drenaje y el resguardo naturales pueden ser tan importantes al considerar la ubicación y el diseño para protección del medio ambiente, como la elección de un área descubierta para ganado.

Las consideraciones de planeación en base a los reglamentos y permisos de construcción, pueden afectar en forma notable el desarrollo de un diseño.

Limitaciones y perspectivas con las nuevas construcciones.

Las nuevas técnicas de construcción pueden ser causa de dificultades y limitaciones, particularmente por el costo y el enfoque a actividades anteriormente imposibles. El tipo de empaque de materiales y las construcciones de espacios amplios, han tenido efectos considerables en las técnicas de labranza, en la maquinaria y en las velocidades de trabajo.

Detalles de los servicios.

Todos los servicios son muy caros. Los caminos, el agua, la energía eléctrica, el gas, etc. aumentarán en forma significativa el precio de cualquier desarrollo. Por esta razón, muchos proyectos están basados primordialmente en los servicios, que son puestos primero, y los demás elementos son colocados después como un conjunto periférico. En efecto, los patrones escogidos bajo el Plan Global de Distribución General, coinciden con estos lineamientos.

Los costos, perspectivas y limitaciones de servicios, afectarán el tipo general de plan seleccionado, así como a sus detalles.

#### Consideraciones prácticas

Perspectivas y limitaciones de la labranza.

La labranza puede determinar que ciertos tipos de sistemas no sean aceptables, aun cuando pudieran ser de lo más eficientes desde el punto de vista del manejo de materiales. Por ejemplo, se sabe que dentro de los sistemas comunes de la cría de

cerdos, los lechos de paja seca limpia pueden ayudar notablemente al mantenimiento de la salud, sobrevivencia y crecimiento de los lechones. Esto no es fácilmente compatible con el manejo de desechos.

No obstante cualquier obsesión de eficiencia en el manejo de materiales, el factor básico deberá ser la labranza, la producción de las cosechas o del ganado, que son la fuente de la ganancia.

Requerimientos de hombres.

Los hombres necesitan ser físicamente capaces de trabajar. Eso significa accesos adecuados para las construcciones y otros muchos elementos similares que habrá que tomar en cuenta. Además de iluminación adecuada y facilidad para inspeccionar su trabajo, los hombres deben contar con los elementos necesarios para realizar bien su trabajo.

También son importantes las tareas aceptadas socialmente. El paleo de estiércol descompuesto, no es ahora tan aceptable para el agricultor, como solía serlo antes. Por lo tanto aquí también son importantes las máquinas y las facilidades afines. Detalles de las facilidades existentes.

A pesar de lo que sea teóricamente posible o deseable desde el punto de vista de la planeación, en la mayoría de las situaciones prácticas, lo que ya existe es lo que va a dominar la situación total. El demoler un sitio y empezar de nuevo, es frecuentemente atractivo pero pocas veces posible, siendo los mayores problemas el costo y las actividades durante el periodo de

transición. Es buen negocio explotar lo que queda de vida útil a las instalaciones existentes. La respuesta puede ser un término medio en un redesarrollo en fases.

Economía.

Finalmente lo que les importará a los inversionistas y a los otorgadores de un crédito, es sentir que el plan tiene una posibilidad razonable de producir una ganancia importante por la inversión realizada.

Selección de alternativas.

Hasta ahora solo hemos limitado las posibilidades a un solo plan, pero podría haber dos o más. Cada uno contaría ahora con una buena cantidad de detalles y el Plan Global de Distribución General (como único o con alternativas), estará parcialmente desarrollado y comenzará a verse como un plan formal de distribución.

Hay muchas consideraciones que afectarán la selección final del plan, si es que en esta etapa existen aún alternativas. Es probable que la economía sea la más importante. La visión de desarrollos futuros puede ser crítica también. Es posible probar un plan antes de iniciar cualquier construcción a partir de consideraciones de manejo de materiales.

Sobreposiciones.

Existe una sola prueba sencilla para cualquier plan, y que funciona realmente. Esta idea tal vez sea la más importante de esta tesis y solo requiere de una hoja de papel albanene y mucho pensamiento práctico y cuidadoso.

Una vez trazado un plano, hay que cubrirlo con una hoja de albanene y recurrir a las hojas básicas de planeación, en particular a la hoja de datos de Producto-Cantidad, la hoja de Datos de Acceso y a los detalles del análisis Producto-Cantidad. Se toma de ejemplo un material y se traza su recorrido sobre el papel albanene encima del plano. Se dibuja el recorrido completo sobre el papel, se regresa sobre las flechas y se examina cada centímetro del camino con el análisis Producto-Cantidad. ¿Puede pasar en realidad lo que se intenta? El tamaño de las puertas, la línea de visión y hasta las bisagras de las puertas deben ser tomadas en cuenta y especificadas. Al terminar esta operación, el ingeniero de distribución tendrá la mayor parte del plan y se puede probar que funciona sin que se haya levantado aún la cuchara de albañil.

Ahora se quita el papel albanene, se substituye por otro y se repite la operación para otro material. Se hace lo mismo con todo lo que se mueve, como son: materiales, máquinas, animales y hombres.

Ahora se compara cada sobreposición de trazos con todos los demás en busca de conflictos, en particular con respecto al tiempo. Se puede lograr un equilibrio con imaginación. Con atención y cuidado a los detalles se pueden garantizar proyectos de distribución que en verdad funcionen.

CAPITULO III

LAS CONSTRUCCIONES AGRICOLAS  
Y  
SU TIPO DE DISTRIBUCION

## 1. Estudio de casos típicos de distribución.

A manera de ejemplo se muestran a continuación tres estudios de caso.

Caso a. Muestra el desarrollo de un plan nuevo por el camino descrito. Caso b. Muestra el análisis de una distribución de una granja ya existente, desarrollada por un granjero con visión práctica. Caso c. Muestra el uso de las sobreposiciones en un plan unitario, para checar los detalles antes de iniciar la construcción.

Caso a.

Un ganado lechero se va a incrementar de 80 a 120 vacas con el desarrollo de nuevas construcciones. El procedimiento fue el siguiente:

Se usaron hojas de datos de Producto-Cantidad y las de Datos de Acceso, para saber qué estaba sucediendo en el lugar. Posteriormente se emplearon las sobreposiciones en el sitio existente para establecer con ayuda del análisis Producto-Cantidad, si era posible un redesarrollo en fases. Siguió un examen de los objetivos, del plan de granja y de los desarrollos futuros probables, los que sugirieron que una unidad totalmente nueva debería ser situada en otro lugar de la granja. Por último se diseñó un conjunto modificado de hojas de datos de Producto-Cantidad, para cubrir las nuevas condiciones. Todo lo anterior dió como resultado el diagrama de flujo que se muestra en la figura 9.

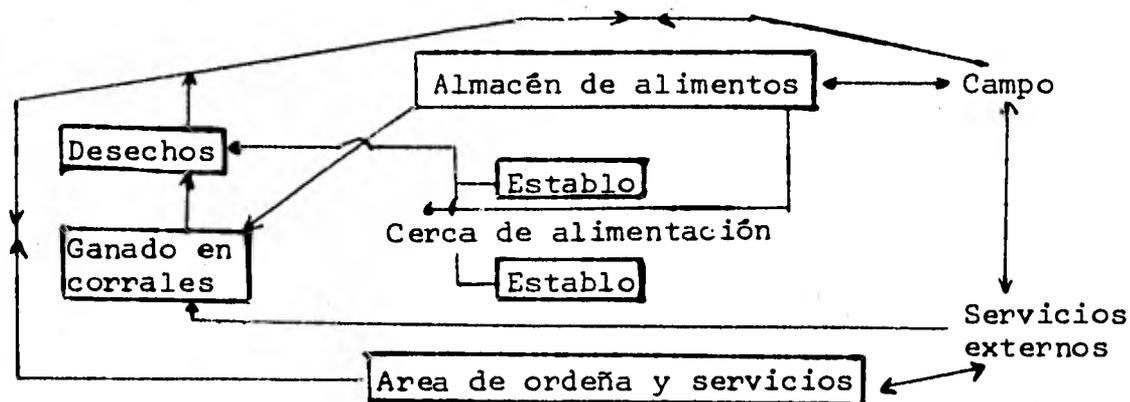


Figura 9. Diagrama de flujo correspondiente al caso a.

El diagrama de flujo anterior fué colocado sobre un plano de caminos de granja ya existentes y de servicios dentro del plano general de la granja. Ahí se consideraron los valores prioritarios de los diferentes movimientos, lo que produjo un diagrama de flujo modificado que se muestra en la figura 10.

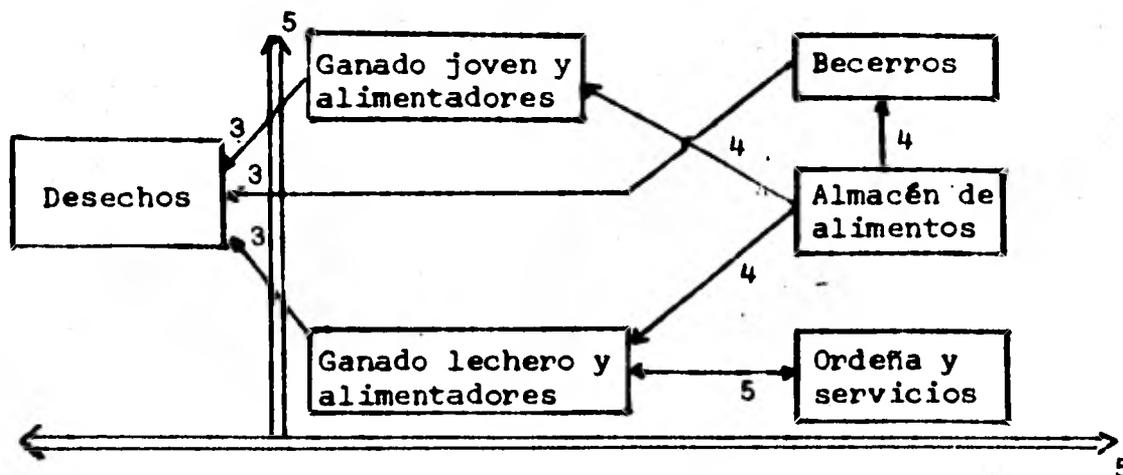


Figura 10. Diagrama de flujo del caso a, modificado por las prioridades de los movimientos de materiales.

Finalmente, al considerar los detalles particulares del plano de la granja, se produjo la distribución total general de

la granja, como se muestra en la figura siguiente.

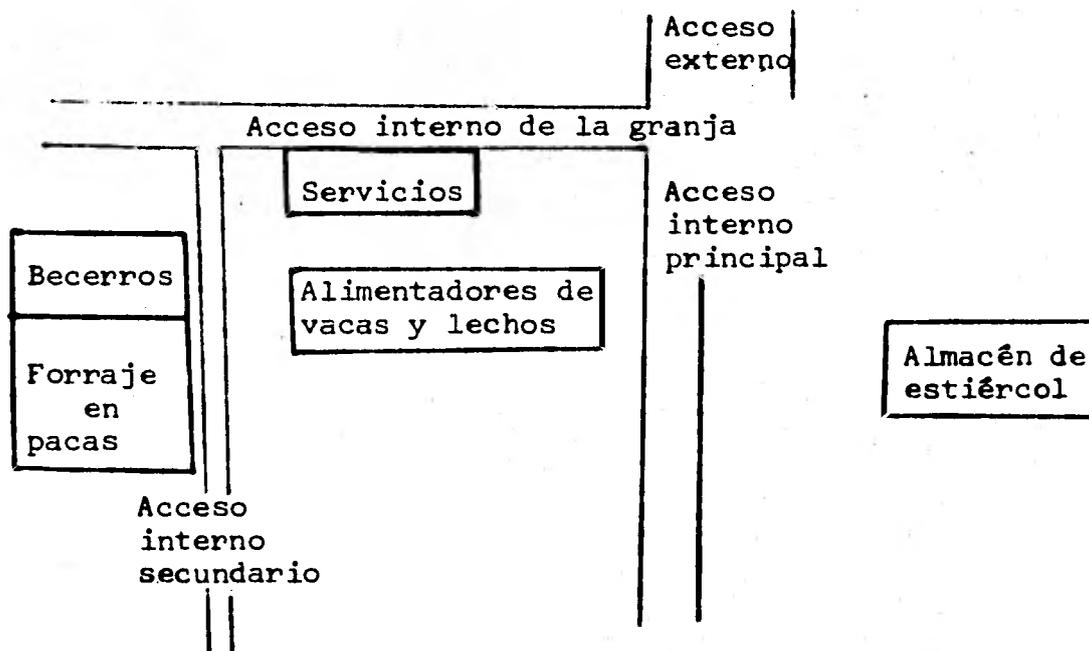


Figura 11. Distribución total general de la granja del caso a.

#### Caso b.

A continuación se muestra un caso interesante. Se trata de una unidad para cerdos que fué totalmente diseñada por un granjero (figura 12).

En el ángulo superior derecho se muestra el transporte externo hacia los campos y los mercados y corresponde a una curva de la carretera. Las construcciones principales de la granja se encontraban en la parte superior izquierda (no se muestran en el diagrama). Los graneros eran depósitos de acero galvanizado corrugado, con pisos ventilados y dispuestos radialmente alrededor de un depósito de recepción, alimentado en ambas direcciones por un gran transportador. Estos depósitos alimentaban de

cebada a los cuatro contenedores que se muestran, los cuales podrían ser llenados por el mismo depósito de recepción y el transportador, con sus ramales contruidos en forma radial.

La planta de procesamiento realizaba el molido, la adición de pequeñas cantidades de minerales y otros concentrados y la mezcla. La comida era entubada y enviada a cada una de las unidades de engorda que se muestran con los números 1 al 5.

Los desechos eran manejados en forma semejante. Las construcciones de la engorda eran un término medio entre la distribución lineal común y los requerimientos propios del lugar. Ya no era posible expandirse hacia el ángulo inferior izquierdo, pero sí al final de las unidades 3, 4 y 5 del diagrama.

Este plan incorpora los cuatro requisitos para hacer mínima la longitud de las líneas de servicios, reduciendo las superficies de concreto y reduciendo también las distancias que los puercos vivos deben ser movidos. Lo anterior permitía una buena administración y un trabajo económico dentro de la unidad existente y al mismo tiempo permitiría cambios y desarrollos futuros.

Por todo lo anterior, no hay duda de que el granjero del ejemplo logró su objetivo; su imaginación y sentido común, aunados a su experiencia, le dieron la suficiente visión para desarrollar su plan general. Esta sección de la tesis, está dedicada a la idea de crear un plan y probarlo, antes de comenzar la construcción y de cometer errores costosos.

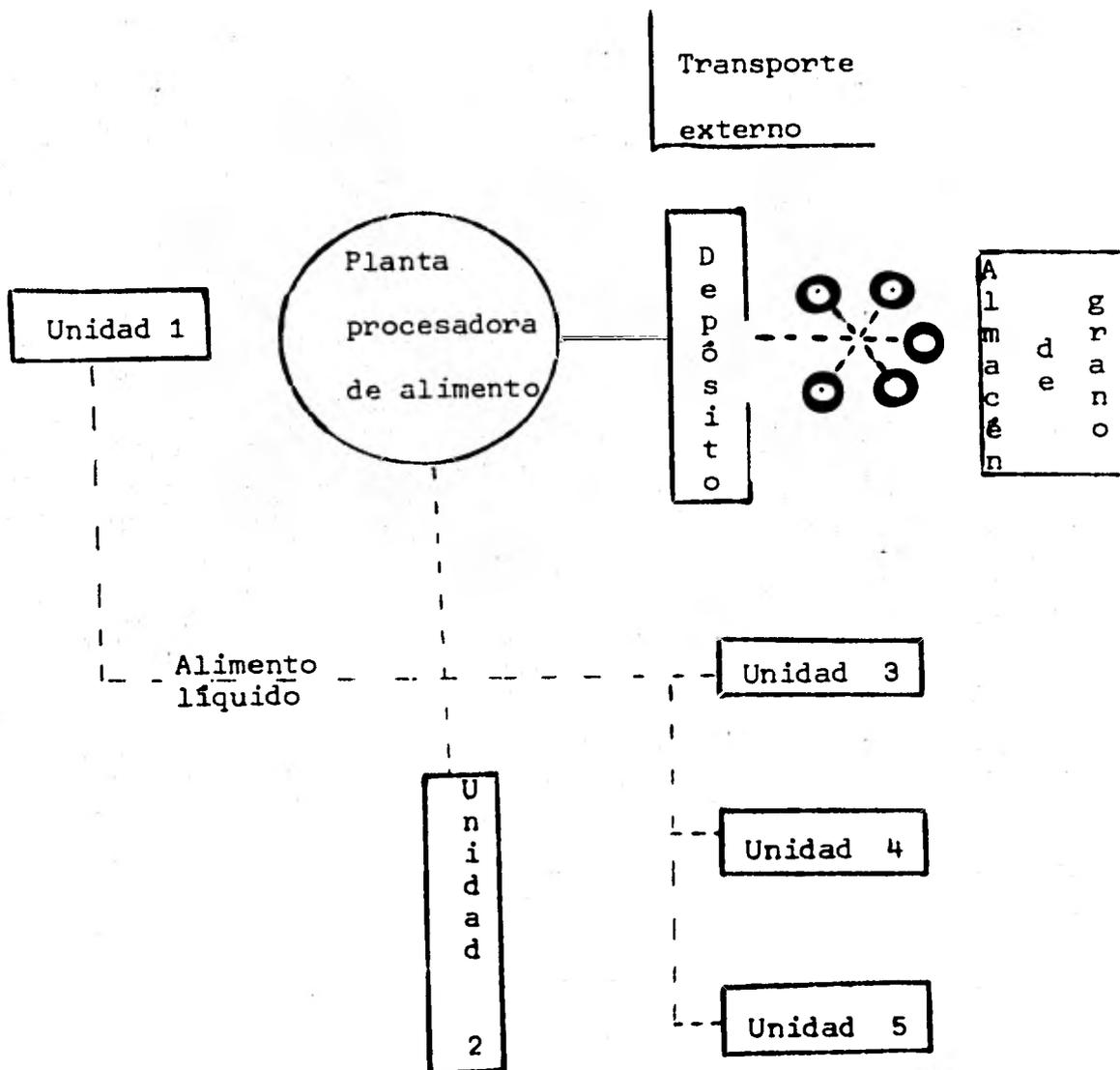


Figura 12. Diagrama de unidad para cerdos, totalmente diseñada por un granjero.

Caso c.

Este ejemplo muestra una prueba práctica de una unidad para cerdos. Antes de construirla, se llevó a cabo un ejercicio completo para desarrollarla en un lugar nuevo. El estudio era para diseñar la unidad a partir de planos. Se llevó a cabo el estudio completo del diseño y se produjeron una serie de planos (aquí

se muestran solo 2). En uno se muestra la distribución total general y en el otro se incluyen las sobreposiciones. Normalmente se dibujan en papel albanene y se ponen uno sobre el otro para trazar el flujo de materiales sobre la distribución. La base de la distribución se muestra en la figura 13.

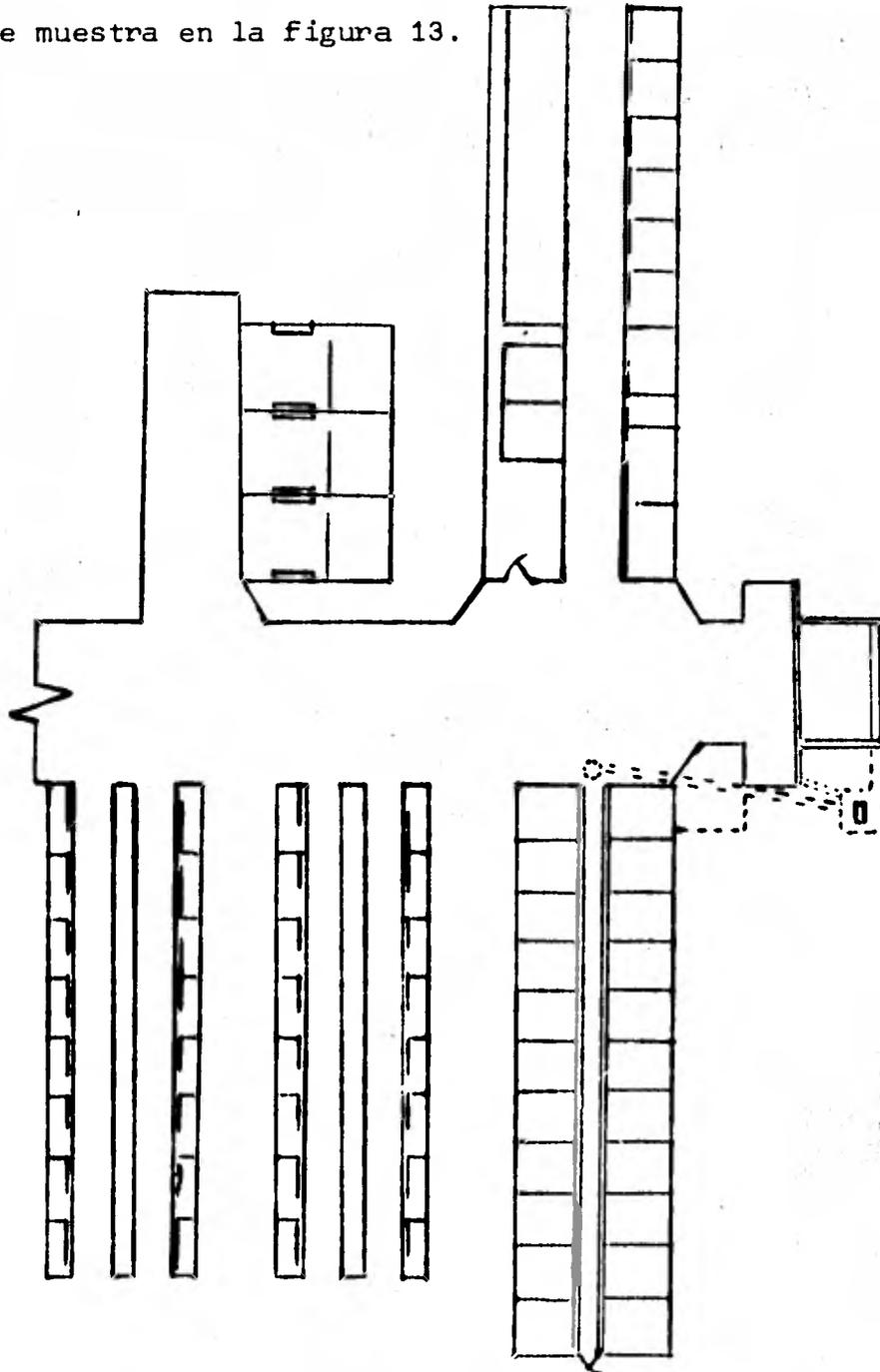


Figura 13. Distribución total general del ejemplo c.

La sobreposición se muestra en la figura 14 y sus claves aparecen en el inciso 2 de este capítulo, cuyo título es "Aplicación de los planos de sobreposición a uno de los casos".

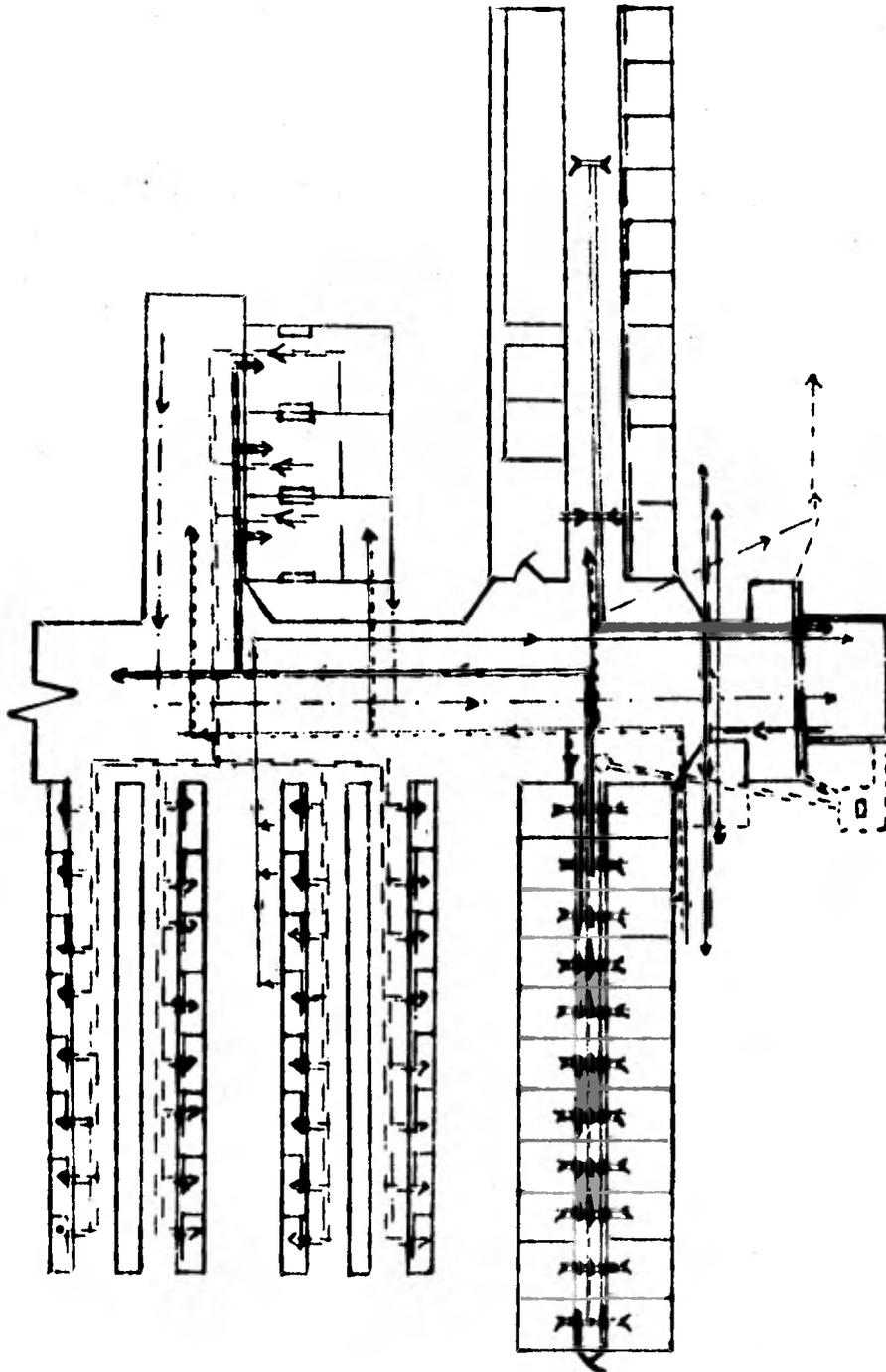


Figura 14. Plano de la distribución total general del ejemplo c con sus sobreposiciones.

Está claro que la utilidad práctica de los desarrollos propuestos, puede ser estudiada antes de iniciar las construcciones. Se puede comprobar si el plan trabajará o no, antes de que exista en la realidad. Cada uno de los caminos señalados con flechas sobre las distribuciones, puede ser rastreado centímetro a centímetro sobre el plano, para verificar cada detalle, lo que demuestra que el plan final depende de la minuciosidad que se tenga en esta etapa.

## 2. Aplicación de los planos de sobreposición a uno de los casos.

Primero tendremos que entender la terminología y después veremos las claves usadas en la sobreposición mostrada en la figura 14.

Plano básico. La disposición general total de la unidad de cerdos

Sobreposición. Muestra el movimiento de los cerdos jóvenes, desde lechones hasta 35 Kg de peso, el movimiento del agua, del estiércol, de los limpiadores mecánicos, de la paja, del carretillado a mano, de las máquinas esparcidoras de estiércol al campo y los camastros de paja.

Claves.

Movimiento de lechones.

===== Lechones destetados.

----- Cochinos en engorda hasta 35 Kg.

Movimiento de estiércol y camastros.

----- Agua.

----- Estiércol.

----- Arrastre mecánico.

----- Paja larga.

===== Carretillado a mano.

===== Esparcidores de estiércol.

===== Paja para camastros.

Verificación instantánea.

Al caminar por cualquier area de producción agrícola, se podrá tener una idea del funcionamiento y limitaciones, y a partir de ellas, se podrá deducir cómo se podrían lograr mejoras en el funcionamiento.

Para lograr lo anterior, se deberá sistematizar ese proceso de observación con el uso de la tabla siguiente, para verificar los procedimientos y trabajos realizados con el ganado. Para la producción agrícola se podría aplicar una tabla similar, pero ligeramente modificada.

En las dos páginas siguientes, se muestran dos tablas de verificación que pueden ser extremadamente útiles en la planeación.

Tabla de verificación de facilidades requeridas por el ganado.

1. Medio ambiente.

Temperatura - Efectos del viento y el frío

Ventilación - Aire, CO<sub>2</sub> y gases de desecho

(el aire debera tener una secuencia de entrada, ganado, area de estiércol, salida.)

Humedad - Humedad relativa del lugar.

Luz - Iluminación.

2. Otros factores físicos.

Espacio - Volumen, area y altura.

Higiene - Disposición de desechos.

Facilidades de alimentación.

3. Facilidades de manejo.

Accesos

Animales

Personal

Maquinaria

Inspección

Pesado

Actividad propia de la vida de los animales

Cajas de reposo.

4. Factores de tensión.

Quietud

Frecuencia de alimentación.

Existen otros elementos que hay que sistematizar en sus formas de relación y deducir de ellos la posibilidad de integración. Lo anterior da origen a la tabla siguiente:

Tabla de verificación de posibilidades de integración de actividades.

Unidad \_\_\_\_\_

Accesos Requeridos:

Dentro de la unidad/Entre unidades.

Areas de trabajo.

a) Alimentación	Hombres
	Ganado
	Equipo

b) Desechos	Hombres
	Ganado
	Equipo

c) Manejo	Hombres
	Ganado
	Equipo

Areas de almacenaje:

a) Ganado \_\_\_\_\_  
 b) Alimentos \_\_\_\_\_  
 c) Equipo \_\_\_\_\_  
 d) Desechos \_\_\_\_\_  
 e) Productos \_\_\_\_\_  
 f) Hombres. \_\_\_\_\_

Todo lo anterior conduce a plantearnos las preguntas siguientes: ¿Tienen las unidades lo que necesitan tener y ensamblado de una manera congruente como un rompecabezas?

Intentaremos determinar de qué manera se puede obtener respuesta a las situaciones particulares, en los capítulos siguientes.

CAPITULO IV

EQUIPO DE TRANSPORTE.

## 1. Transportadores fijos y móviles.

Algo del equipo disponible para el manejo de materiales ha existido durante años sin modificarse. Sin embargo, en algunas areas los cambios están sucediendo tan rápidamente, que lo que aquí se diga será anticuado antes de quedar por escrito. En tal caso, una hojeada a los folletos de ventas de equipo, será la única forma de mantenerse actualizado. Por otro lado, es importante establecer cual tipo de movimiento es posible y deseable antes de examinar los detalles de una situación particular.

La selección de equipo puede ser relacionada con los requerimientos de manejo de materiales según la tabla siguiente:

Materiales fluidos	en circunstancias fijas. sobre distancias cortas. uso de transportadores fijos o portátiles.
Materiales fluidos y no-fluidos	en circunstancias variables. sobre distancias grandes. uso de remolques en tractores o camiones.
Materiales fluidos y no-fluidos	en cargas unitarias. sobre distancias cortas. uso de tractores para manejo de materiales.

Transportadores fijos (de tornillo; bazucas).

El uso de transportadores es posible donde los materiales pueden fluir. Son ideales para usarse en situaciones fijas, para movimientos sobre distancias cortas, especialmente en el interior de construcciones donde los movimientos del equipo del tamaño de un tractor, serían difíciles o imposibles. Tienen la característica de que implican un mínimo de mano de obra y pueden llegar a ser totalmente automáticos.

Una gran desventaja de este equipo, es que la mayoría es de tipo estacionario. Muchos transportadores se usan en situaciones fijas y no es posible moverlos en el transcurso de la práctica agrícola. Sin embargo, existen algunos de tipo portátil que son diseñados exclusivamente para el manejo de grano (figura 15).

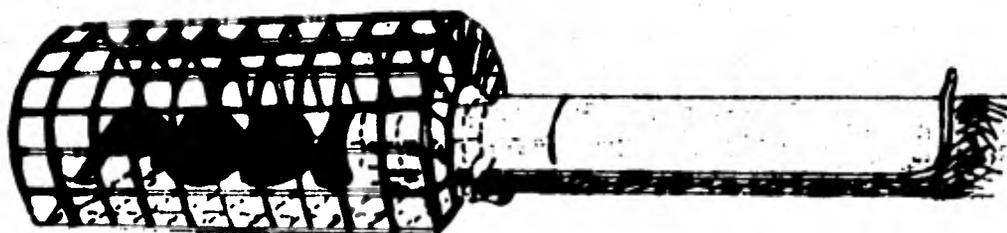


Figura 15. Transportador de tornillo.

Tipos disponibles.

Los detalles de las aplicaciones específicas se tratan más adelante, pero es oportuno establecer el panorama general en este momento.

Los transportadores pueden ser construidos económicamente y son bastante confiables hasta el fin de su vida útil.

Puede ser caro hacerlos dar vuelta y ésto involucraría una serie de problemas de ingeniería. En línea recta son una selección razonable.

Para fluidos y semifluidos como el estiércol, los transportadores pueden ser bastante útiles; se pueden usar en pendientes superiores a los  $45^{\circ}$  y llegar a los  $60^{\circ}$ , aunque a tales ángulos pierden eficiencia. Transportarán flujo genuino y materiales sólidos fluidificables como el grano, pudiendose obtener gran variedad de este equipo a precios que eliminarían todas las demás alternativas. Con materiales semifluidos como el forraje picado, funcionan, pero a medida que aumenta el tamaño del material, aumentan las dificultades.

Los transportadores fueron muy usados para la distribución de forraje a lo largo de las cercas de alimentación del ganado. Presentaban problemas por la humedad del forraje y no tenían una uniformidad aceptable de distribución a no ser que se montaran en un sistema muy sofisticado de tubos (figura 16).

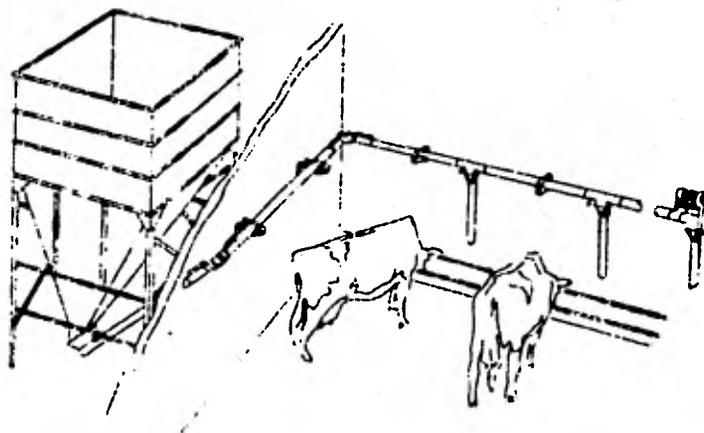


Figura 16. Transportador de tornillo para forraje, montado en el interior de los tubos.

Los alimentadores a base de transportadores de tablillas y cadena, son fáciles de construir aun sin equipo especial y son baratos. Estos mecanismos están limitados al trabajo horizontal o pendientes menores, para trabajo vertical se pueden reemplazar las tablillas por cangilones. Existen dos desventajas para esta opción; el ruido y una vida corta.

Los transportadores de banda tienen muchas ventajas (figura 17); tienen descargas grandes, son muy silenciosos, requieren poco mantenimiento y tienen larga vida. El problema con ellos es que son caros y no dan vuelta en las esquinas fácilmente.

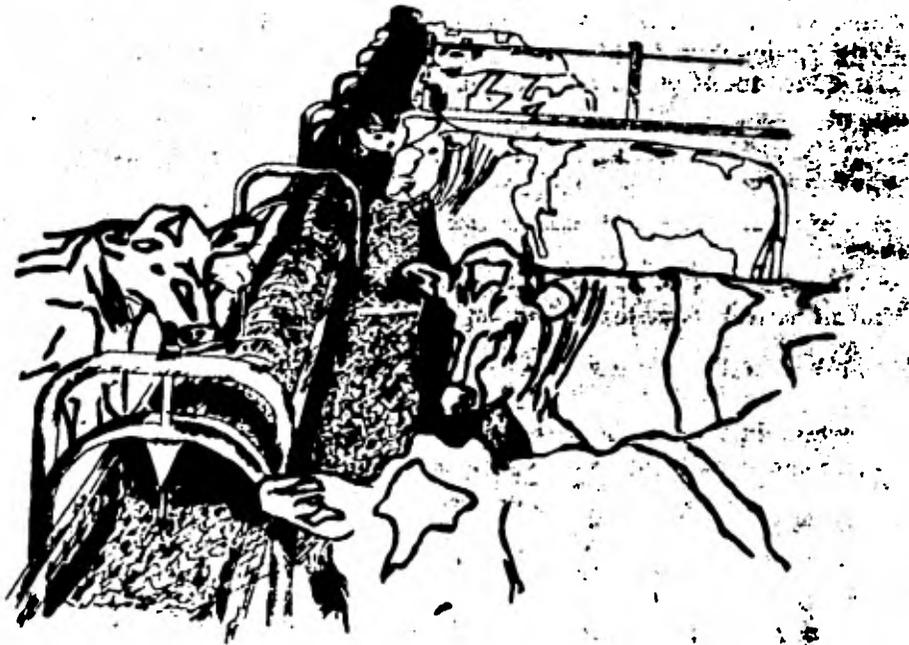


Figura 17. Transportador de banda utilizado como alimentador de ganado.

Los transportadores vibratorios son usados en algunas industrias. La zapata vibratoria emplea la gravedad para descargar en tamices a pendientes diferentes. Usados como alimentadores,

presentan el problema de que segregan la mezcla y eso no es conveniente.

Por último, los transportadores neumáticos presentan muchas ventajas cuando intervienen muchas esquinas. Se usan con frecuencia para cereal y alimentos molidos a moverse en distancias cortas. Tienen el problema del polvo y requieren de un ciclón para manejar el material. Este es un problema limitado a las unidades de molienda-mezcla, pero se complica si hablamos de varios puntos de salida. En términos de ingeniería, no son muy eficientes, ya que requieren de grandes cantidades de energía para mover los volúmenes de aire que manejarán el grano.

## 2. Equipo móvil - Remolques, tractores y cargadores frontales.

En donde las distancias de transporte son relativamente grandes, existe un caso claro para el empleo del tractor que jale una carga de material a granel o varias cargas unitarias puestas dentro de un remolque, de modo que formen una carga total, que podría ser de fardos de paja, cajas de papas o grandes bultos de fertilizante.

Tipos de remolque y especificaciones.

Hemos observado que la mayoría de los remolques y carros usados en la agricultura son bastante viejos, se encuentran en mal estado y son de capacidad limitada. En donde se incluyen tractores y mano de obra, en donde la oportunidad es un factor importante, las consecuencias de esta situación son generalmente

aceptadas, supuestamente porque los agricultores no están concientes de la gravedad del caso. Además en muchas granjas, la mayoría de los agricultores hacen mal uso de los tractores y los hombres. Por ejemplo, muchas operaciones de línea frontal, como el sembrado combinado, son frenadas por maniobras inadecuadas de transporte al girar el remolque que trae la semilla y el fertilizante.

Muchos remolques se construyen con una plataforma plana y un par de ruedas al centro, quedando la carga balanceada sobre las ruedas sin peso sobre la barra de tracción. Esta situación sería ideal si la unidad fuera a ser jalada por caballos y tendría sus ventajas si la barra de tracción tuviera que ser levantada a mano para sujetarla al tractor.

La idea de Harry Ferguson fué simple, él puso las ruedas del remolque hasta atrás, con lo que el peso se concentraba sobre las ruedas traseras del tractor y al mismo tiempo evitaba el esfuerzo cortante vertical por deslizamiento (figura 18).



Figura 18. Remolque con el principio de Harry Ferguson.

A medida que los remolques fueron aumentando de tamaño para igualar la potencia creciente de los tractores, el sistema de ruedas comenzó a crecer también para mantener razonables las presiones al piso. A medida que las ruedas aumentaban de tamaño, la plataforma del remolque se elevaba para poderlas acomodar; otra cosa que aumentaba en forma paralela era el precio de las llantas. Por esta razón se popularizó el empleo de ruedas tándem (figura 19).

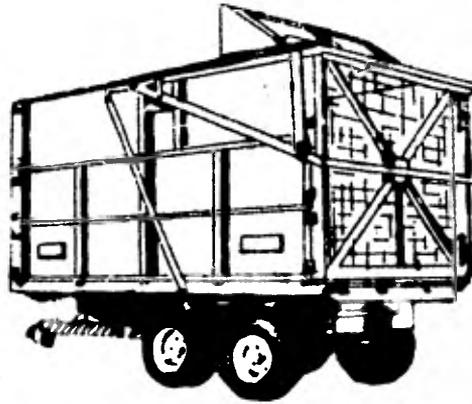


Figura 19. Remolque equipado con ruedas tándem.

Sin embargo, las ruedas tándem también presentan sus problemas no obstante que mantienen el costo de las llantas y la plataforma del remolque bajos. Estas ruedas desgastan el terreno y las propias llantas en las curvas, ya que tienden a mantener al tractor caminando en línea recta. Por otro lado, los diámetros reducidos presentan más resistencia al giro.

En muchos casos se puede justificar el empleo de remolques fabricados por los mismos agricultores. También es económico fabricarlos de partes de transporte de desecho. Sin embargo, cual-

quiera de las opciones requiere ser especificada cuidadosamente.

Cada punto de la especificación necesita tener establecidas sus características además de discutir las necesidades y alternativas: para en base a ello, escoger y especificar el equipo adecuado.

Los parámetros principales que intervienen en la selección de un tipo de remolque son: el material a manejarse y el tamaño de la carga.

Material.

Los materiales que se van a manejar son la fuente de la ganancia, así es que se debe empezar por ahí. Todo nos lleva a las hojas de planeación, en especial a las de PRODUCTO-CANTIDAD y HOJAS DE DATOS DE ACCESO. Lo que se quiere mover y hacia adonde va, debe ser totalmente detallado antes de empezar con las especificaciones de ingeniería. A veces se olvida el "donde", pero los remolques de forraje son especificados más pequeños de lo debido, con objeto de que puedan entrar a las construcciones del ganado. Así que hay que empezar por los planos de la granja y de sus construcciones.

El tamaño de la carga.

El tamaño de la carga viene en realidad de las mismas hojas de planeación. El tamaño de la trilladora o la cosechadora y sus tanques tienen que ver aquí. Como será mostrado en la sección de transporte en el campo, es posible dar una guía para la selección de los tamaños de remolque. Debido a la versatilidad requerida en los remolques los doce meses del año, y debido tam-

bién a que la situación práctica es tan variable, la guía puede ser modificada en forma significativa o descartada por completo en la práctica. En su lugar se hace uso del conocimiento histórico de la situación individual para, en base a ello, seleccionar el tamaño del remolque. En caso de duda, hay que calcular el tamaño del remolque requerido, modificarlo con el conocimiento propio y comprar entonces el tamaño inmediato superior.

El tamaño del remolque es importante en cuanto al lugar o lugares a donde debe ir. También es importante el tamaño por la carga misma. La longitud y la anchura de un remolque, deberán coincidir con el tamaño de la carga o sus múltiplos (con tolerancias por imprecisiones cuando se carga a velocidad). Obviamente no tiene objeto construir o adquirir un remolque de un tamaño de carga que jamás se utilizará.

Desde un punto de vista de propósitos generales, probablemente sea mejor olvidarse de la discusión y seleccionar un tamaño limitado por los accesos y reglamentos legales. Sin embargo es bueno recordar, al hablar de remolques especializados, las ventajas indiscutibles que representa el hecho de que un remolque de pacas que coincida, digamos, con el tamaño de la horquilla cargadora.

Los materiales a manejar y lo que se desea hacer con ellos es lo que decide la clase de carrocería o carrocerías que se necesitarán. Nunca se han popularizado en agricultura las carrocerías intercambiables, en parte porque no son necesarias (una carrocería de propósitos generales realizará la mayoría de las faenas), en parte porque es difícil justificar el costo extra

y en parte porque en terrenos técnicos, nunca se han aceptado los términos medios.

En la única situación en la que realmente se ha requerido una carrocería especializada es en el manejo de vegetales de raíz, en particular las papas y zanahorias, en donde las carrocerías auto-descargables de fondo de tolva pueden vaciar un remolque de plataforma plana y ser retiradas cuando no hacen falta (figura 20).

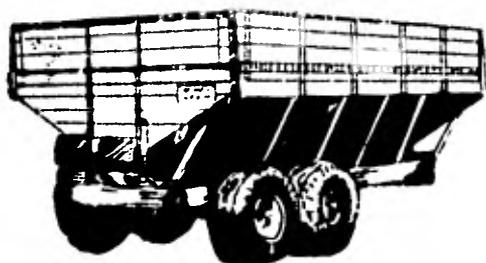


Figura 20. Remolque para vegetales de raíz, con fondo de tolva.

Los aditamentos intercambiables para los remolques de costados altos han tenido más éxito. Los transportadores de descarga lateral para forraje, o los aditamentos aspersores de estiércol pueden obtenerse comercialmente de varios fabricantes. Las plataformas autodescargables vienen con mucha frecuencia con esta versatilidad y se usan una serie de mecanismos alternativos de acuerdo a los diferentes fabricantes.

Los costados y la puerta posterior también requieren ser especificados. Las puertas traseras que se abren con el volteo, pueden acelerar el trabajo y funcionan en forma satisfactoria.

Una alternativa, principalmente para el manejo de grano, es el uso de una plataforma inclinada a diferencia de la puerta posterior (figura 21).

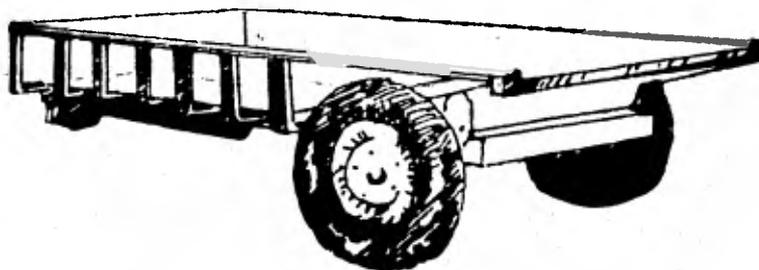


Figura 21. Remolque de plataforma inclinada para grano.

Dispositivos generales para remolques.

El cortante horizontal (al que están sujetos los remolques articulados), presenta un problema creciente a medida que las velocidades de carretera y los pesos de la carga aumentan. Los sistemas de frenos diseñados adecuadamente, aunados a operadores con un buen adiestramiento, pueden reducir en gran medida sus riesgos.

El deslizamiento vertical también es un riesgo creciente. Durante la descarga, el centro de gravedad de la carga se desplaza hacia atrás en casi todos los diseños de remolque. Si rebasa el punto de apoyo de las ruedas, la barra de tracción tiende a elevarse y a levantar la parte posterior del tractor (figura 22). Si la barra de tracción se zafa del tractor, tiende a elevarse hasta la cabeza del operador. Las características contra el deslizamiento vertical se pueden mejorar con la colocación correcta de las ruedas, con carrocerías cónicas o estabilizando el chasis

durante la descarga.

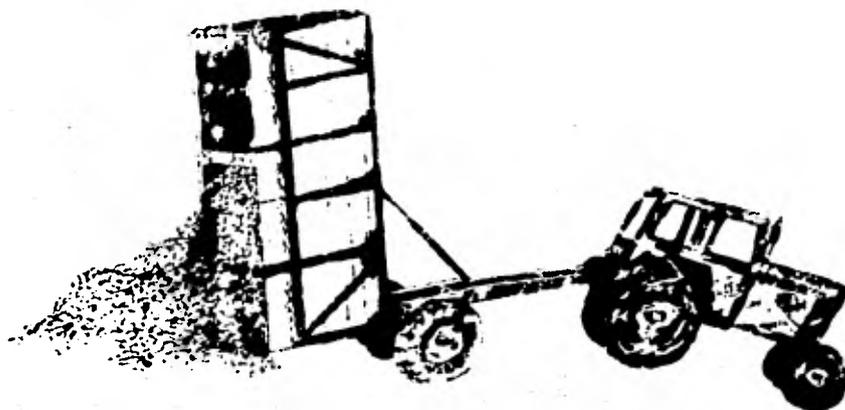


Figura 22. Levantamiento de la parte posterior del tractor al descargar.

Existen posibilidades de descarga posterior o lateral y sería conveniente pensar en un sistema de descarga selectivo lateral o posterior en el mismo remolque.

El método de descarga puede ser importante y necesita ser relacionado con los tractores disponibles. La velocidad del vaciado depende de la posición de los apoyos del remolque, de su volúmen interno por unidad de extensión y en el tractor, del volúmen y la presión del aceite.

Altura.

La altura de la plataforma de cualquier remolque tiene que adaptarse a la granja en su conjunto, pero una altura grande puede tener sus ventajas así como sus inconvenientes. Son caros, inestables y requieren de grandes reservas de aceite en el tractor. Sin embargo, pueden ahorrar mucho tiempo y dolor de espalda. El descargar estiércol con remolques altos, puede eliminar la necesidad del tractor usado para despejarle el paso al remolque.

Las plataformas altas son adecuadas para todo tipo de trabajo de construcción, para rellenar canales, para carga y descarga manual, etc.

Chasis y ruedas.

El buen funcionamiento durante el acarreo y el frenado, no solo es vital para la eficiencia, sino también para la seguridad humana y los costos de accidentes expresados en dinero. De ahí la necesidad de esas características.

Las cualidades de carga, dependen en gran medida de la selección del sistema de ruedas y de su posición. Los ejes tándem, como ya se mencionó, son más baratos por la misma area de huella de las llantas unitarias. La disposición de los ejes tándem gusta con frecuencia a los agricultores, ya que algunos fabricantes las colocan al centro de la plataforma lo que permite que el remolque se sostenga por sí solo (figura 23).

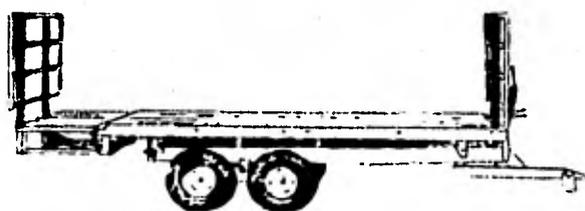


Figura 23. Remolque auto-sustentante con ruedas tándem al centro.

La disposición anterior es conveniente cuando el remolque está parado, pero no cuando se mueve atrás del tractor. Ese remolque tiene una capacidad reducida para producir una transferencia adecuada de peso al tractor, y la tracción o el frenado se limitan a las características propias de éste.

Tal remolque da la impresión de "la cola moviendo al perro", lo que se puede disminuir al colocar las ruedas aproximadamente a un tercio de la longitud del remolque a partir de la cola (figura 24). Lo anterior mejora las características de manejo y de transferencia de carga a la barra de tracción.

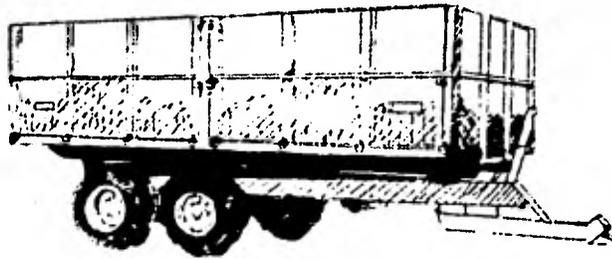


Figura 24. Remolque con ruedas tándem colocadas a un tercio de su longitud.

Las ruedas unitarias no tienen los problemas que presentan las tándem, pero tienen los propios como son; el precio y el gran diámetro. Sin embargo, en términos generales son mejor opción que las tándem (figura 25).

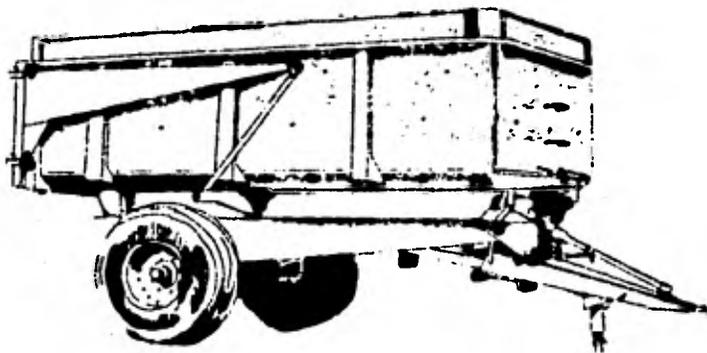


Figura 25. Remolque de paredes altas con ruedas unitarias.

Los remolques de cuatro ruedas tienen ventaja en su estabilidad con una carga bien distribuida y la capacidad de sostenerse cuando están desenganchados. Su desventaja está en su

dificultad de manejo (principalmente cuando se maneja en reversa) y en la falta de transferencia de peso. No obstante esos problemas, la ventaja de estabilidad lo hace obligatorio, particularmente para cargas superiores a las 10 toneladas y para longitudes sobre los 5 metros. En tales casos, la deficiencia de transferencia de peso puede ser solucionada al modificar el diseño del elemento de enganche, el cual coloca ahora las ruedas frontales atrás del punto del pivote de enganche. Ahora el pivote está sobre la barra de tracción y adelante de las ruedas, de manera similar al remolque articulado. Esta disposición también mejora las características de manejo en reversa (figura 26).

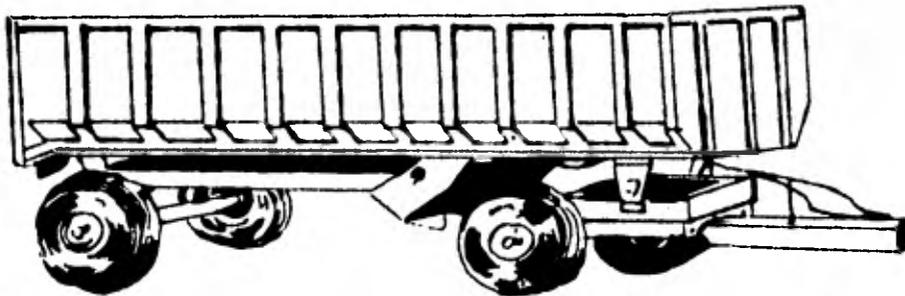


Figura 26. Remolque de cuatro ruedas de tipo articulado.

#### Llantas.

La carga a las llantas se maneja sencillamente al obedecer las recomendaciones de los fabricantes. En términos generales, las llantas acanaladas son usadas para remolque, pudiéndose usar 8 a 10 capas para cargadores bajos.

#### Barra de tracción.

Para los remolques más pesados, contruidos para tra-

bajo de carretera de alta velocidad, una barra de tracción con muelleo mejora la estabilidad y el volanteo del remolque. Una alternativa es tener un dispositivo con muelleo en el tractor de modo que acepte remolques de barra de tracción rígida.

#### Frenos.

La meta al especificar los detalles del remolque deberá ser que tenga todos los requisitos de los vehículos comerciales para usos agrícolas. Esos requisitos se han de aplicar a los transportes agrícolas con el tiempo. La existencia de una cabina complica más el asunto. Es posible extender la operación manual del freno de mano, por medio de un cable flexible desde el interior de la cabina del tractor. Para cargas mayores, la mejor solución es la operación neumática o hidráulica de los frenos del remolque, usando el mismo pedal que opera el sistema de frenos del tractor.

#### Tractores y cargadores frontales.

El tractor que diseñó Harry Ferguson se utiliza aún para cubrir casi el 100 % de las necesidades de la industria. Su ventaja es que se producen en serie y no obstante los aumentos de precio recientes, sigue siendo una buena opción por su costo.

Aun cuando fueron diseñados originalmente para trabajos de cultivo, estos tractores se pueden convertir fácilmente en máquinas "mil usos".

En la afirmación anterior se apoya la ventaja del car-

gador frontal, por su versatilidad cuando es colocado al tractor agrícola convencional. Existe sin embargo un problema, el cargador frontal de granja promedio, toma una carga de aproximadamente 150 Kg. con un tiempo de operación promedio de 90 segundos, lo que nos da aproximadamente 6 toneladas por hora. Para un trabajo intermitente entre las construcciones del ganado, ese valor es considerado adecuado (figura 27).

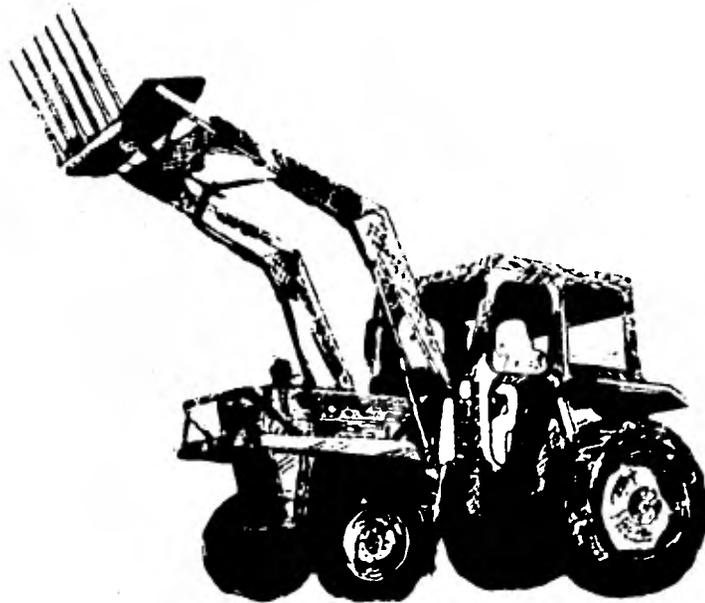


Figura 27. Tractor agrícola equipado con cargador frontal.

En donde se requieran aumentos en la operación, hay una variedad de alternativas posibles. Si el deslizamiento y el agarre son problema, el cargador trasero (figura 28) tiene sus ventajas, ya que el peso lo coloca sobre sus ruedas traseras. El problema es que la posición del operador es agotadora.

Por otro lado, si el problema es de acceso y maniobra, existe una buena opción en los minicargadores construidos por Bobcat o Case (figura 29).

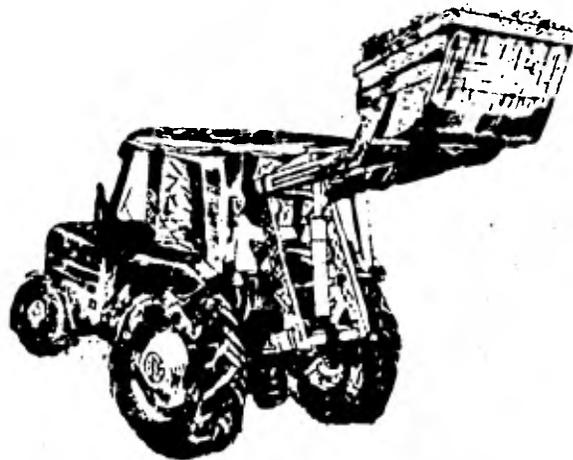


Figura 28. Tractor agrícola equipado con cargador trasero.

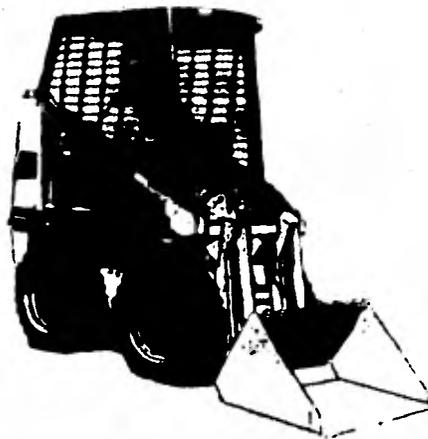


Figura 29. Minicargador Bobcat para lugares de difícil acceso.

Volviendo al cargador frontal convencional, es probable que además del problema de carga, presente problemas de alcance. La carga se puede aumentar usando un cargador de tipo industrial, o se puede mejorar con solo agregarle un gancho a las horquillas. El número de accesorios, con frecuencia es proporcional al tamaño del cargador. El problema de alcance se analizará al ver los car-

gadores telescópicos.

Como vimos al principio de esta tesis, los cargadores mayores lograrán una carga nominal de hasta 1500 Kg. pero real de 500 a 600 Kg. Con el empleo de un gancho, podrá aumentar hasta 750 Kg. pero aun con un operador hábil, es difícil que el tiempo de operación sea menor de los 90 segundos. Lo anterior nos acerca a un promedio de 30 toneladas por hora.

Donde se tenga un cargador frontal y el alcance sea un problema, los tipos más grandes pueden llegar hasta a 5 metros de altura. En casos de manejo de empaques con carga ligera, se pueden agregar extensiones a las barras del cargador, de manera que puedan alcanzar hasta 6 metros(figura 30).



Figura 30. Cargador frontal equipado con extensiones para mejorar su alcance.

Tractores para manejo de materiales.

Hace ya 10 o 15 años, los granjeros con visión pudieron apreciar el valor de una máquina de tipo industrial, diseñada para levantar cosas y algunos compraron lo que ahora conocemos como "montacargas". Consistente en un tractor o unidad de poder equipado con una torre y accesorios adecuados, puede levantar cargas rápidamente sin despedazar sus llantas ni quemar su embrague (figura 31).



Figura 31. Montacargas industrial como solución al manejo de materiales agrícolas en condiciones especiales.

Se pueden ver muchos montacargas industriales de segunda mano en la agricultura y en la producción hortícola. Donde existen buenas superficies de concreto para rodar, ésta puede ser una buena solución. Aun así, los problemas y condiciones de trabajo en las industrias de la producción de alimentos son únicas y su equipo requiere características especiales. Es por lo anterior que la agricultura requiere de gran variedad de máquinas diseñadas específicamente para mover materiales en condiciones particulares.

Una necesidad capital, era la capacidad de trabajo so-

bre terreno pesado y por lo tanto era necesario llevar la tecnología al lugar del problema, en este caso de manejo de material agrícola. Además se presentaba la necesidad de contar con espacios amplios para maniobra, capacidad de agarre en condiciones resbalosas; en síntesis lo que se requería era versatilidad.

Un intento de solución para estos problemas, llegó en la forma del cargador trasero acoplado a un tractor, el cual ponía el peso sobre las ruedas posteriores. Esto daba algunas ventajas en precio y agarre, pero muchos de los problemas, como la velocidad de trabajo y torpeza de operación permanecieron (figura 32).

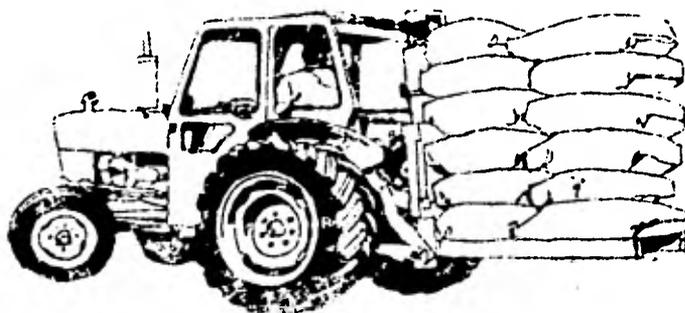


Figura 32. Cargador trasero acoplado a un tractor.

Se puede observar que la conclusión natural era el combinar la torre del montacargas industrial con la versatilidad del tractor. Surge ahora el uso de la torre con horquillas, montada en la conexión trasera del tractor convencional. Ahora el operador se encuentra cerca de su trabajo y dándole la cara, lo que le da precisión, rapidez y elimina errores. Disminuye el desgaste excesivo del embrague y llantas, con la ventaja de que el tractor puede ser desacoplado cuando sea necesario (figura 33).



Figura 33. Montacargas para terreno pesado.

El resultado de lo anterior es lo que conocemos como 'montacargas para terreno pesado' que se hizo popular en la primera mitad de los 70's. La versatilidad de este vehículo ha sido desarrollada para sobrepasar la de otros inventados hasta ahora. Es particularmente adecuado para manejo en lugares confinados, pero a la vez produce altas velocidades de trabajo en el campo, involucrando menos hombres en ello.

Cargadores frontales.

Aún mejor que el cargador con torre, el concepto de cargador frontal, da respuesta a muchas de las necesidades del manejo de materiales. Con el diseño adecuado, proporcionan gran maniobrabilidad, lograndose máquinas muy compactas de gran utilidad en lugares confinados y construcciones de techos bajos (figura 34).

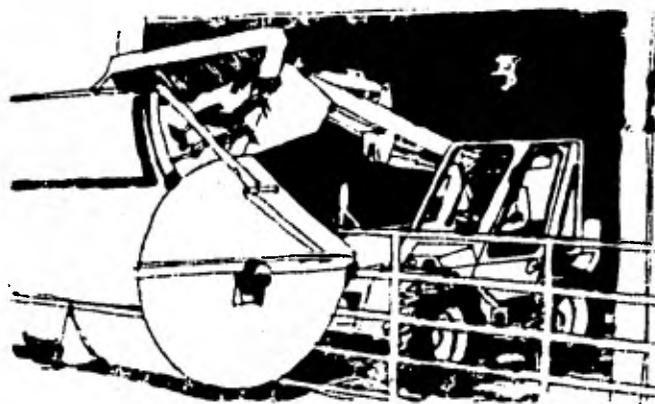


Figura 34. Cargador frontal descargando en un contenedor agrícola.

La invención del dispositivo telescópico marcó una nueva ruta en el desarrollo de esta maquinaria. El concepto básico de este tractor para manejo de materiales, era muy similar al de otros cargadores frontales. Lo que era básicamente diferente, fué la instalación de una pluma o torre telescópica parecida a las de las grúas de la generación actual. Con el simple toque a un control manual en la cabina, se logra por medio de fuerza hidráulica la extensión y retracción de la pluma.

Esta característica proporciona el campo de acción para un vehículo de perfil bajo, con giro compacto, con facilidad de acceso a áreas confinadas y con una gran fuerza de arrastre en sus accesorios cuando la pluma se haya retraída totalmente.

Este tractor puede elevar 2600 Kg. hasta aproximadamente 7 metros de altura. Por otro lado, una gran cantidad de aditamentos agrícolas le da el mismo campo de acción que al montar cargas, pero ofrece más versatilidad. Su alcance es excepcional tanto al frente como hacia arriba, puede abrir nuevos caminos

por sus maniobras, que antes eran imposibles (figura 35).

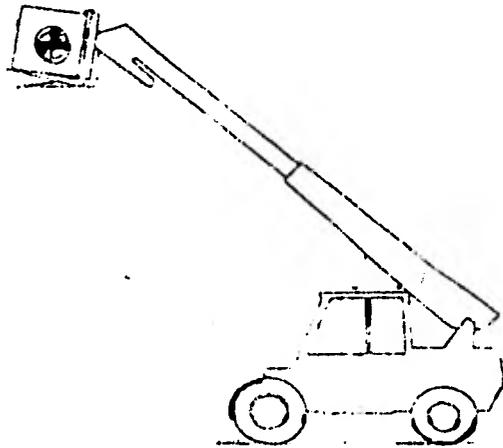


Figura 35. Cargador frontal telescópico.

La geometría variable de los dispositivos telescópicos, podría también extender la vida útil de construcciones agrícolas antiguas y locales de almacén que ya no se usarían a no ser por la maniobrabilidad y alcance de este tipo de vehículos.

Existen actualmente varios fabricantes dedicados a la producción de máquinas para manejo de materiales en varias formas. Cada uno cuenta con varios modelos y cada modelo se puede modificar como resultado de una especificación detallada.

Lo que se desea mover y hacia adonde se desea moverlo, es uno de los puntos clave. El análisis PRODUCTO-CANTIDAD y en particular las hojas de estos datos y las de datos de acceso, son las fuentes de información detallada requerida. Un plano de la granja y uno de sus construcciones son también componentes clave en la selección del equipo.

Material.

Lo que se desea mover, cada uno de los productos y sus cantidades, decidirán no solo los aditamentos sino el tamaño de la carga unitaria. Hacia adonde se desea moverlo, afectará el tamaño del transporte y su maniobrabilidad y por lo tanto el tamaño de la carga unitaria. El resto del sistema, otras máquinas o los requerimientos del mercado también tendrán que afectar el tamaño de la carga unitaria.

Si se esperan cargas de 2 o 3 toneladas, entonces los transportes compactos y los cargadores frontales autopropulsados no son posibilidades prácticas. Por otro lado, si se requiere el acceso a edificios o construcciones bajas y empacadoras, no es posible manejar cargas de 2 o más toneladas. Es conveniente establecer los límites de cada operación.

Para cargas pequeñas de hasta una tonelada, se pueden usar contenedores y cargadores compactos autopropulsados. Las cargas mayores y el terreno pesado demandarán montacargas para terreno pesado o los cargadores autopropulsados más grandes. Posibilidades de selección.

Las ventajas de los montacargas eléctricos son; totalmente libres de contaminación, presentan gran facilidad de manejo así como un bajo mantenimiento. Sin embargo, son más caros en relación a sus equivalentes de gasolina, no son adecuados para grandes distancias ni para terreno pesado, si se bajan las baterías no se pueden recargar instantáneamente y tienen un par pobre en su eje de mando, por lo que no son recomendables para subir cuestas inclinadas.

### Gas L.P.

Los motores de gas L.P. son los de gasolina transformados. Tienen buena capacidad de transporte para largas distancias, pueden dar buen par a sus ruedas motrices por lo que pueden subir pendientes en terrenos bastante pesados y además si se les adapta un purificador a su escape, pueden ser usados en interiores.

### Diesel.

Los motores diesel son más pesados y más caros tanto para adquirirse como para mantenerse, pero son más baratos para su operación y tienen un par excelente lo que los hace adecuados para terreno pesado.

### Transmisiones.

Los montacargas eléctricos tienen transmisiones sin cambios y por lo tanto son mucho más fáciles de operar. Para las máquinas de combustión interna hay una variedad de cajas de velocidades y opciones de embrague. Una caja de velocidades manual convencional, es la más barata y bastante adecuada para la mayoría de las operaciones agrícolas. La dirección hidráulica puede ser gran ayuda para acelerar las velocidades de carga. Los convertidores de par pueden ser muy caros y ponerse duros en condiciones de terreno pesado. La mayoría de los operadores los encuentran raros para manejarse por lo que no son convenientes en circunstancias donde se cambian muchos operadores.

### Dimensiones.

Las dimensiones de los accesos, particularmente en las empacadoras, pueden dictar la clase de transporte. No solo es el

radio de giro lo que cuenta, es el pasillo al que puede entrar lo que realmente importa.

La anchura total, el ancho de los ejes de ruedas y los radios de giro son factores importantes. Es cuestión de regresar de nuevo a las hojas de datos de acceso. Si en realidad va a ser un vehículo que va a andar dondequiera, es necesario verificar todos los detalles de puertas y demás accesos para asegurarse de que sí pasa.

Para construcciones bajas para ganado, la selección puede limitarse a cargadores frontales especializados del tipo autopropulsado de perfil bajo.

Terreno.

Para trabajos sobre superficies de concreto y dentro de empacadoras, las llantas sólidas eliminan el problema de las ponchaduras y dan buen servicio a velocidades inferiores a los 10 Kms por hora. Las llantas neumáticas dan mayor agarre, un manejo más amortiguado y mayor altura para terrenos fangosos o con estiércol. Para terreno pesado se requieren llantas para tractor y en donde el agarre sea un problema real, se necesita tracción en las cuatro ruedas.

Dirección hidráulica.

En los modelos más grandes, donde se esperan condiciones particularmente difíciles o donde se colocan dispositivos al lado del volante, la dirección hidráulica es una ventaja. En muchos modelos es equipo estándar.

Teniendo ya la potencia y maniobrabilidad para ir a dondequiera, el operador necesita una torre adecuada frente a él para mover los materiales exactamente a donde se quiere. Ese "donde" del examen crítico es el que está sirviendonos ahora. El almacenaje máximo requerido o la altura, definen las dimensiones máximas de torre abierta.

Por otro lado, existen los límites en los accesos a las construcciones y su altura mínima es importante para permitir la introducción de cargas a las construcciones y levantarlas para almacenarlas mecánicamente.

La mayoría de las torres son de dos secciones, y ésto hará frente a los requisitos normales de operación. Las torres triples, son naturalmente más caras, pero se pueden justificar cuando se requiere entrar a construcciones bajas y la misma máquina se necesita para estibar bultos a grandes alturas.

Todas las torres giran hacia adelante y hacia atrás. Algunos fabricantes también las hacen que giren a los lados, lo que puede ser muy útil en terreno pesado para trabajos de precisión (figura 36).

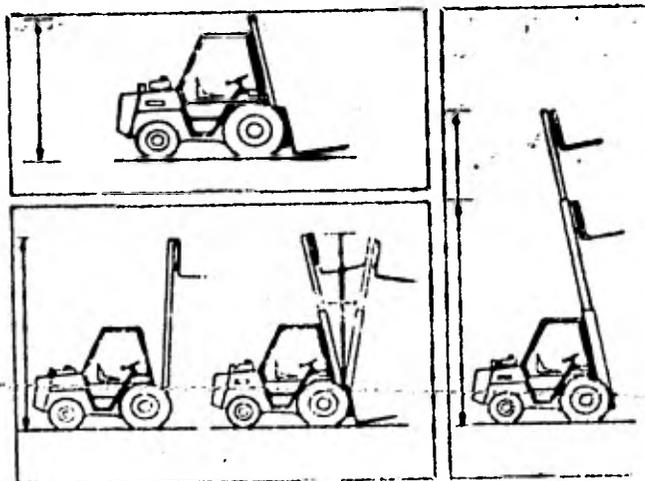


Figura 36. Montacargas mostrando los movimientos de su torre.

### Horquillas.

Las horquillas, que son útiles y adaptables para una gran cantidad de trabajos de elevación de materiales, son de los aditamentos más baratos. La longitud de las horquillas debería ser un 90 % de la carga. Las horquillas que sobresalen excesivamente de la carga, son innecesarias y pueden ser un problema. Para situaciones especiales se pueden colocar "mangas" o extensiones a las horquillas originales para alcanzar cualquier longitud deseada. Se colocan a mano en cuestión de segundos.

### Cucharones y cubetas.

Se pueden conseguir en existencia una gran cantidad de cucharones para grano, estiércol, papas, así como para perforación de tierra. Con los cucharones de tamaño y tipo adecuados, los montacargas rebasarán en eficiencia a cualquier otro tipo de cargador disponible.

### Gancho de grúa.

Un gancho de grúa puede ser útil y más seguro para cargar que el amarrar con una cadena las tarimas, las que se pueden dañar con este procedimiento.

### Horca para estiércol.

Una horca para estiércol puede tomar de 1 a 2 toneladas por vuelta, aun sin el gancho, cuando se acopla a un montacargas para terreno pesado.

### 3. El equipo adecuado a su carga.

Como conclusión de este capítulo, podremos mencionar la idea de que estamos muy acostumbrados a ver el manejo de materiales exclusivamente dentro de la escala humana. Lo anterior nos descontrola en cuanto pensamos en el manejo de bultos grandes. Tal situación puede presentar un problema, pero de hecho fué el primer sistema de manejo de materiales adecuado al tamaño de un tractor.

Habrá que pensar en un sistema de manejo de materiales totalmente mecanizado, ya que la situación actual nos muestra casos que se antojan increíbles, como el hecho de ver a un tractor del rango de los 60 H.P. cargando un bulto de 120 Kg. en sus poderosas "quijadas". Lamentablemente, la mayoría de nuestros sistemas de manejo de materiales muestran características semejantes.

Aun cuando hay discusión en cuanto a la cifra exacta, no hay duda de que los costos de funcionamiento de un tractor y el salario de su operador han aumentado drásticamente en los años recientes, ni de que esos costos son ahora parte importante de los costos totales de operación.

De tal manera que el tamaño de la carga y la forma en que ésta es integrada al sistema agrícola, son importantes. No es bueno por ejemplo, el contar con un equipo que levante, digamos, 2 toneladas por viaje si no hay 2 toneladas de material para mover o si el resto del sistema no puede tomar esas 2 toneladas por viaje.

Por lo anterior, es conveniente desde el punto de vista del manejo de materiales como herramienta para el control de costos, el pensar lo que significa el tamaño de la carga en relación a la maquinaria con que se cuenta en el resto del sistema.

CAPITULO V

    CARGAS UNITARIAS:

SU IMPORTANCIA EN EL MOVIMIENTO  
DE PACAS Y FARDOS GRANDES.

### 1. Cargas unitarias.

Las balas <sup>1</sup> grandes ofrecen buenos ahorros en mano de obra, la investigación y la experiencia lo han demostrado. En 1972, Howard puso a trabajar sus primeras diez embaladoras cuadradas y agregó otras cincuenta al año siguiente (figura 37).



Figura 37. Embaladora para pacas cuadradas tipo Howard.

Por otro lado, en 1974 Gary Vermeer lanzó su máquina en Holanda. Hoy en día la fábrica Vermeer en Estados Unidos, produce cerca de 7000 unidades por año (figura 38).

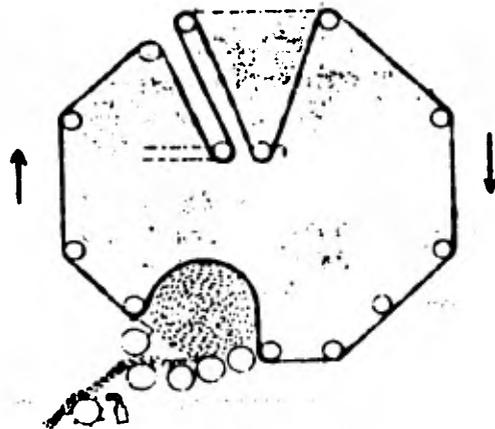


Figura 38. Enfardadora redonda, principio Vermeer (Holanda).

<sup>1</sup> Se usarán como sinónimos los términos; 'bala', 'paca' o 'fardo', así como sus derivados, 'embaladora', 'empacadora' y 'enfardadora'.

Las ventajas en reducción de mano de obra son comprensibles. Un trabajo realizado por el Instituto Nacional de Ingeniería Agrícola en 1973, mostró que los campos podían ser limpiados por una gran enfiardadora por lo menos al doble de la velocidad, que con el mejor sistema alternativo. La investigación en más de 250 granjas demostró que ocurrían ahorros similares en el embalado de todos los tamaños.

Tanto el trabajo en el Instituto como la experiencia agrícola, confirmaron que las balas redondas pueden ser dejadas a la intemperie sin que sufran grandes pérdidas.

La embaladora grande se mantiene al parejo de la máquina combinada y las balas se dejan donde van cayendo. Existe razón para apresurar su recolección, solo cuando los granos están entremezclados con pasto. Se puede usar mano de obra no calificada así como poco o ningún equipo especializado para su recolección.

Muchas ventajas son comunes para las pacas cuadradas y redondas. Las cuadradas, que usan el principio de Howard, tienen alta producción a velocidades que alcanzan los 15 Kms por hora. Lo anterior habla de producciones hasta de 20 toneladas por hora. La embaladora tiene una acción muy suave y poca pérdida de hoja.

La paca puede ser secada en granero y después separada y racionada fácilmente. Aunque puede ser usada para paja, la embaladora cuadrada tiene ventajas para producción de forraje.

La bala redonda soporta la intemperie en forma excepcional, y se produce con máquinas sencillas y confiables (figura 39).

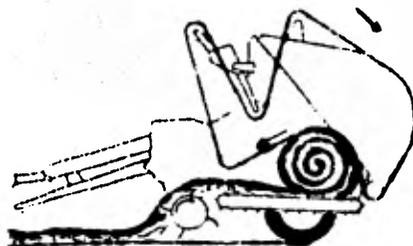


Figura 39. Enfardadora redonda. Versión de Sperry New Holland con cadena de acero y plataforma entablillada.

Algunas marcas de enfardadoras grandes, trabajan más rápido que las convencionales, otras lo hacen más despacio. Los mayores ahorros hechos por estas máquinas se logran en la limpieza de los campos a velocidades de trabajo más altas y con menor inversión de mano de obra. Además de que los ahorros en el manejo de la bala al lugar de uso, pueden ser considerables.

Se pueden ver diferentes marcas de embaladoras en demostraciones, trabajando una al lado de la otra en condiciones de campo. ¿Cómo comparar los rendimientos de las máquinas ofrecidas? La tabla 3 nos muestra las velocidades de trabajo de las máquinas, en una prueba realizada en la granja agrícola experimental de Drayton en 1975.

Tabla 3. Velocidad de trabajo según el tipo de embaladora.

	Bala tradicional	Bala grande redonda.	Bala grande cuadrada.	Montón suelto
Relación de trabajo (ton/hr. en el campo)	7.2	5.3	14.9	3.3
Densidad. (Kg/m <sup>3</sup> )	126.5	89.7	70.5	41.7

La investigación confirmó estas cifras, aunque está claro que hubo diferencias notables entre embaladoras redondas de diferentes marcas. Además se obtienen resultados dudosos al agrupar a todas las embaladoras redondas dentro de una misma categoría.

Las velocidades de limpieza de campo de las grandes embaladoras, varían mucho. En un estudio reciente del Instituto Nacional de Ingeniería Agrícola, las velocidades de limpieza para la embaladora redonda fueron similares a las de la cuadrada grande. El tiempo promedio para embalar, cargar, acarrear y almacenar pacas grandes, fué de 36 minutos-hombre por tonelada, comparado con 26 minutos para el sistema convencional de empaque más rápido. Sin embargo, los tiempos mejores fueron casi iguales, en 24 y 23 minutos respectivamente.

La bala redonda tiene una ventaja; en varias granjas se encontraron consumidores convencidos de que la capacidad de soportar intemperie de la bala redonda, alteraba considerablemente la operación de limpieza.

Cuenta también la sencillez del sistema de manejo. Un hombre puede salir entre jornadas y recoger un par de balas; una al frente y la otra atrás de su tractor, proporcionando una carga razonable para distancias cortas (figura 40). Para distancias más grandes se hace imperativo el uso de un remolque, pero cualquier tipo será suficiente para realizar un trabajo rápido.

Se pueden mejorar las velocidades de trabajo al emplear nuevos accesorios para montacargas de trabajo pesado o remolques

auto-cargables.



Figura 40. Tractor remolcando 2 pacas redondas grandes.

Los remolques auto-cargables pueden mejorar la operación en el campo y en el transporte. Por otra parte, las grandes embaladoras no necesitan grandes tractores, siendo suficientes los del rango de los 50 a 60 H.P., a no ser que se necesitara un gran cargador para almacenaje en alto, lo que requeriría el rango de los 60 a 70 H.P.

La bala cuadrada tiene la ventaja de que se puede romper a mano y se puede usar para heno secado en granero. Las balas redondas se olean bien y pueden tener otras ventajas dependiendo del tipo: Las tipo Vermeer se rolan desde el interior como una alfombra dentro de una cámara de empaque, donde la bala se expande. Esta bala tiene una densidad potencial más alta y se puede desenrollar para lechos (figura 41).



Figura 41. Proceso esquemático de embaladora tipo Vermeer.

Otro tipo de bala es la bala Welger, que siendo también redonda, presenta otras características. La bala Welger se forma en una cámara de volumen constante, lo que le da un centro suave. No se puede desenrollar fácilmente como la Vermeer, pero se puede romper y hacerse montón muy fácilmente (figura 42).

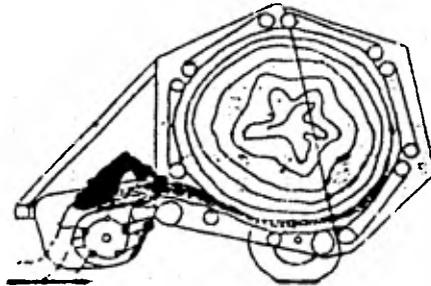


Figura 42. Bala redonda tipo Welger de centro suave.

#### Investigación y desarrollo.

Los ingenieros de Vermeer han realizado dos creaciones importantes para el mercado; un rango más amplio de tamaños y una capacidad para lograr mayor densidad en las pacas. Planean mantener el tamaño 706 (hasta 7 pies de diámetro y 6 de ancho), el 605 y el 504 además de la creación de un 403. Posiblemente esto representa el término medio entre los requisitos para un manejo mecanizado eficiente y los requisitos internos de la granja. En cada uno de esos tamaños habrá diversos modelos.

En los Estados Unidos, Vermeer ha estado trabajando varios modelos que incluyen un "E", un "F" y un "H.D." (Heavy Duty) para trabajo pesado. Vermeer afirma que la versión "F", da un 20% más de densidad que la "super C". Esto implica una densidad mayor que la paca convencional, con el beneficio en su transporte (den-

tro y fuera de la granja) así como una mayor resistencia a la intemperie.

La tendencia hacia densidades mayores se ha manifestado pronto, sin embargo, hay indicios de cambios mayores. Con su máquina "H.D." los ingenieros de Vermeer, han logrado pacas de alfalfa de  $480 \text{ Kg/m}^3$  con un contenido de humedad del 14%. Incluso se han observado pacas de 1210 Kg. hechas por la 504.

Buscando el éxito rápidamente, Hesston se concentró en mejorar la máquina misma. Siguió el enfoque de Howard y produjo una paca cuadrada muy compacta, debió a la introducción de mecanismos de compresión extra, lo que aumentó densidad y por lo tanto peso. La máquina resultante trabaja en forma continua, no tiene que parar para expulsar las pacas, ya que la última de éstas forma la pared de compresión para la siguiente.

La máquina Hesston tiene 6 anudadores que le hacen doce nudos a cada paca (6 arriba y 6 abajo). Va a ser tan grande como una combinada y sin duda será cara.

Su velocidad de operación es muy alta, pues produce una paca de  $8 \times 4 \times 4$  pies que se almacena y amarra como un tabique y pesa cerca de una tonelada. Se han visto algunas de estas pacas de un año de edad, que estaban limpias, se almacenaban bien y pesaban cerca de  $240 \text{ Kg/m}^3$ .

Lo anterior nos indica que existe un potencial para creaciones posteriores muy considerable para las grandes pacas. Hay un rango amplio de tamaños y un rango mayor aun para densidades; en pocas palabras, una mejor selección para satisfacer mejor

las necesidades individuales. Las densidades mayores, ayudarán a facilitar y reducir el acarreo en la granja, a mejorar la exposición a la intemperie, a permitir un almacenaje interior más económico y a facilitar aún más el manejo de materiales entre las construcciones agrícolas.

## 2. Tarimas y contenedores intermedios.

El mayor atractivo de las tarimas, es que permiten la modificación de un sistema de manejo de materiales basado principalmente en escala humana (usando sacos o cajas relativamente pequeñas), a una operación de manejo y carga a tamaño de maquinaria. Por ejemplo, el fertilizante puede ser movido a velocidad de maquinaria por un hombre, cuando se manejan sacos de 50 Kg de este material sobre tarimas, hasta formar una carga de 1.5 Ton.

La mayoría de las operaciones agrícolas que han empezado a usar montacargas recientemente, han sido inducidas a ello por el manejo de sacos de fertilizante sobre tarimas planas de madera. Donde se manejan sacos de fertilizante, es posible justificar el empleo de un montacargas solo para ese material. Obviamente tal justificación, depende de la situación particular de manejo agrícola, de las cantidades manejadas y del precio del transporte que se considera adecuado.

Si se considera la situación de manejo integral de la granja, entonces el panorama económico puede ser diferente. Esas tarimas pueden ser usadas para otros materiales y otros produc-

tos. El montacargas puede ser usado para mover no solo tarimas, sino cajas, ensilados y equipo. Obviamente es mucho más rápido mover los implementos de un almacén con un montacargas, que intentarlo hacer a mano.

De tal manera que es importante la selección de tarimas, cajas, o de otras unidades para el manejo de materiales. El precio de la madera ha subido mucho recientemente, de manera que no es económico intentar ahorrar en ellas, en la mayoría de las condiciones agrícolas. Una unidad bien hecha, podrá servir para docenas y hasta cientos de viajes. Así que la calidad y el costo pueden redituarse a la larga.

#### Nomenclatura de tarimas.

Tarima de una cubierta.	Aquella que solo tiene una cubierta.
Tarima de cubierta doble.	La que cuenta con cubiertas arriba y abajo.
Tarima plana.	Con cubierta o cubiertas planas.
Tarima alada.	Una tarima que se extiende en una o ambas cubiertas para propósitos de carga, más allá de sus soportes.
Tarima pareja.	Las cubiertas no exceden a los soportes.
Tarima esqueleto.	Construida con un mínimo de cubierta.
Tarima entablillada.	Con cubiertas de tablillas espaciadas.
Tarima reversible.	Con cubierta doble, ambas iguales.
Tarima desechable.	La considerada como no-retornable.

Tarima de doble sentido. Aquella cuyos soportes permiten la entrada de las horquillas en dos direcciones opuestas.

Tarima de cuatro sentidos. Aquella cuyos soportes permiten la entrada de las horquillas por los cuatro costados.

La tarima más usada en la agricultura y en la producción hortícola es la plana, de doble cubierta, pareja, entablada, reversible de doble sentido (figura 43).

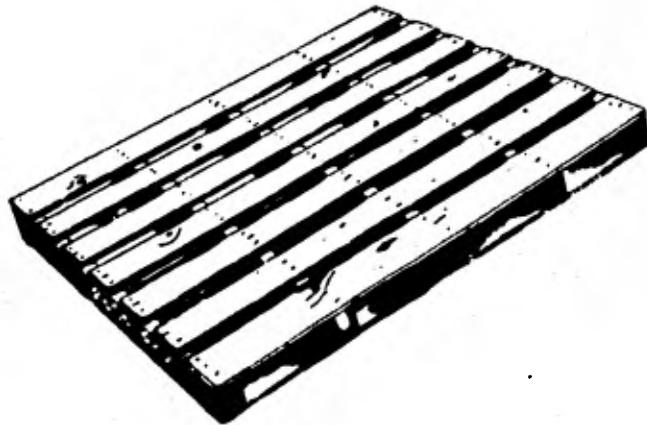


Figura 43. Tarima de gran uso agrícola.

Otra alternativa valiosa para ser considerada, es la tarima "tómela o déjela", en cuyo caso la carga puede ser levantada con o sin tarima (figura 44).

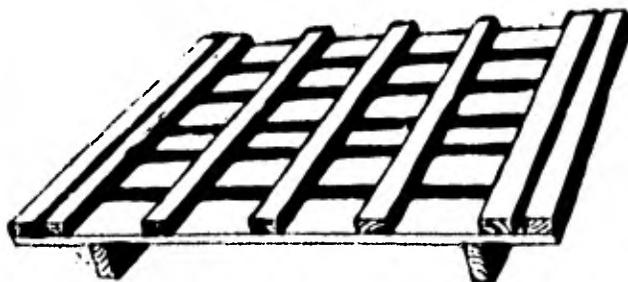


Figura 44. Tarima "tómela o déjela".

Entarimados sin tarimas. (Hojas deslizantes).

La tecnología básica del manejo de tarimas, está bien establecida en agricultura y horticultura. Existen muchas ventajas y un problema real.

Estadísticas de Estados Unidos muestran que en ese país, hay 2800 tarimas en circulación por cada montacargas. Esto representa una inversión mayor en tarimas, que en la maquinaria misma. De manera que los ingenieros de manejo de materiales, buscan una solución a ese problema.

Existe una respuesta que es por lo menos interesante; las hojas deslizantes. Aunque probablemente tengan un uso limitado en agricultura, existe potencial en ellas para el manejo de productos terminados, en particular para frutas y vegetales.

La hoja deslizante es muy semejante a una tarima en forma de hoja de papel, lo que implica que se usa un método de manejo a base de tarimas sin hacer uso de ellas, con la consiguiente economía.

La hoja ocupa solo el 2 % del volumen de una tarima convencional y puede ser vuelta a usar. El problema es que el montacargas necesita de un aditamento especial y el operador necesita una mayor destreza. Debido a lo anterior, las velocidades de carga se reducen levemente. La idea se comprenderá mejor en base a los diagramas que presenta la figura 45, que se encuentra en la siguiente página.



1. Coloque las puntas de las horquillas bajo la ceja de la hoja.



2. Extienda el dispositivo retráctil.



3. Agarre la hoja deslizante por su ceja.



4. Levante la carga a medida que el montacargas avanza, hasta colocarla sobre las horquillas.



5. Transporte de manera convencional y eleve lo necesario.



6. Coloque la carga hasta el fondo.



7. Baje la carga hasta 25 milímetros encima de la hilera anterior.



8. Empuje la carga hasta atrás con el dispositivo retráctil y retire el montacargas.

Figura 45. Descripción gráfica de los pasos a seguir en el manejo de materiales, usando el sistema denominado "entarrimado sin tarimas".

Contenedores intermedios.

Los contenedores de volúmen intermedio, vienen en varias formas y tamaños. El más común, es la caja de papas que proporciona un empaque a escala de tractor, de un material suelto. La caja de papas es un contenedor rígido; otros ejemplos son las tolvas de una tonelada para alimentar al ganado y las cajas de manzanas u otros vegetales y frutas. El ejemplo más común de un contenedor flexible, es el saco de media o de una tonelada de capacidad, usado para fertilizantes.

La gran ventaja del uso de los contenedores, es que pueden agruparse hasta formar cargas a escala de tractor. Son útiles para el manejo de materiales granulares que puedan fluir. De manera que ahora podemos aplicar la revolución del manejo de grandes bultos a una gran variedad de productos; fertilizantes, grano, alimentos, papas, etc. Esto nos hace pensar en la posibilidad de manejar material a granel en bolsas, digamos, de media tonelada con una perforación en la parte inferior, para que se pueda racionar su salida (figura 46).

Existe otra ventaja para el uso de estos contenedores; el valor efectivo de la velocidad y oportunidad en la agricultura. Está claro por ejemplo, que la velocidad en el tiempo de sembrado de cereal, deberá conservarse baja para mantener una profundidad de siembra adecuada y como resultado, una producción satisfactoria. Una disminución en la velocidad de siembra de 12 a 6 Km por hora puede aumentar la producción en 0.7 toneladas por hectárea. Pero

necesitamos cubrir las hectáreas debido a la obligación de la oportunidad de la siembra, ya que el no hacerlo, ocasionaría una pérdida de 0.13 toneladas por hectárea, por cada semana de retraso.

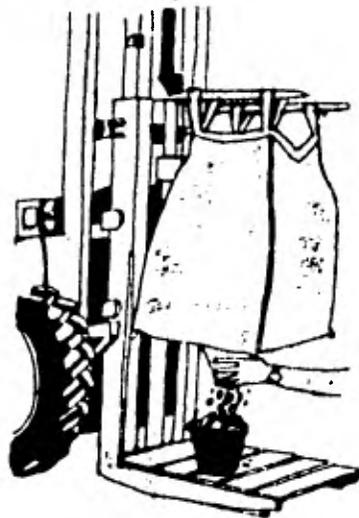


Figura 46. Contenedor flexible, con perforación para racionamiento.

Pero lo que cuenta finalmente, es el ciclo completo rápido, y es aquí donde los contenedores pueden hacer la diferencia. Los sacos voluminosos de semilla y fertilizante distribuidos en el terreno, podrían hacer el sembrado más rápido, plantar más hectáreas por día y producir más cosechas y ganancias.

Uno de los puntos a considerar, es el hecho de que los sacos deben igualar las tolvas de la maquinaria, o que en su defecto, se pueda tomar algo, aunque no necesariamente todo el contenido de una bolsa en cada vuelta. Es deseable, en otras palabras, el racionamiento. Necesitamos por lo tanto, una salida que sea segura y fácil de operar, que permita tomar solo la cantidad deseada. Existen empaques de "un solo tiro" que consisten en ranurar la salida y dejar salir la mitad de su contenido de un solo

golpe.

Tipos de contenedores.

La facilidad, la conveniencia y la velocidad son ventajas potenciales. Pero aquí surge la pregunta ¿Que tipos de contenedores hay disponibles? Existen cuatro grandes posibilidades.

1. Contenedores rígidos de metal que son comunes en la industria. Los depósitos de madera para papas y para manzanas de huerto, son comunes en la agricultura.
2. Contenedores de plástico montados en estructuras de acero, se usan en algunas industrias y son muy adecuados para líquidos y polvo.
3. Contenedores de tablero de fibra, son ampliamente utilizados en algunas industrias, como empaques de un solo viaje, no-retornables.
4. Contenedores en forma de bolsas plegables, usados comúnmente en agricultura para fertilizante, semilla y alimentos.

Selección de un sistema.

Cuando se selecciona un sistema de contenedores intermedios, es necesario observar la operación completa del manejo de materiales. El sistema tiene que hacer frente a todos los posibles requerimientos de pesado, llenado, mezclado, compactación en almacén, tráfico y descarga. La unidad debe ser del tamaño adecuado, y del peso total correcto. Se debe considerar también el cargador frontal o el tractor para manejo de materiales, así como la forma en que llega el material y lo que se piensa hacer con él al final de la operación.

En términos generales, las bolsas plegables tienen la ventaja de la posibilidad de sellado. Por lo anterior, son muy

adecuadas para fertilizante y para otros materiales susceptibles de fluir. Se debe crédito a muchos fabricantes por el desarrollo de este sistema y sin duda el potencial de usuarios es muy considerable, ante la perspectiva de reducir los costos de manejo y acelerar la producción. Las bolsas contendrán hasta una tonelada de material, es decir, el equivalente a 20 o 40 bultos tradicionales para manejo humano, con la ventaja de ser re-utilizables.

La aplicación más frecuente en agricultura es con los fertilizantes; la bolsa que tiene un exterior de polipropileno tejido y un forro de polietileno es muy adecuada para el almacenaje del material y para el manejo pesado en las condiciones agrícolas. El desgaste y el deterioro pueden ser reducidos notablemente, pero ¿por qué no pensar en otros materiales también?

En efecto, los contenedores con fondo de tolva que se vacían solos, tienen ventajas para el manejo de material alimenticio, particularmente en el momento de su llenado. Sin embargo al momento de su vaciado, su apoyo puede ser difícil, y la selección de un tipo de salida adecuado es importante.

Es frecuente el uso de depósitos con fondo de tolva, para alimentar al ganado. No se ve la razón para no diseñar un contenedor alimentador de ganado en forma directa, auxiliado por un tractor para manejo de materiales (figura 47).

Basta observar el costo de las construcciones, para notar otra característica importante de los contenedores. Estos elementos, permiten el almacenaje donde se requiere. El almacenaje deja de ser rígido y se convierte en flexible, por lo cual,

ya no es necesario construir edificios exclusivos para almacenaje. Los materiales en almacén pueden ser una necesidad, pero no son fuente de producción. El capital disponible para la inversión en activos fijos, como las construcciones, puede dedicarse a aplicaciones más productivas.

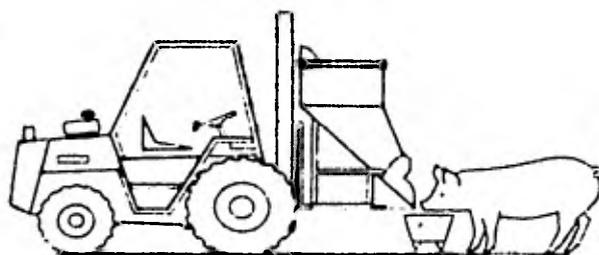


Figura 47. Contenedor intermedio empleado como alimentador directo de ganado.

### 3. Remolques mezcladores.

A simple vista, los remolques mezcladores para alimentación de ración completa, están fuera de lugar en esta sección. Sin embargo hay que considerar que son algo más que una idea interesante. Olvidemos por el momento la discusión que pudiera surgir en cuanto a la alimentación de dieta completa para el ganado, y observemos los remolques mezcladores solo como la base de un sistema de manejo de materiales (figura 48).

Cuando los concentrados son proporcionados separadamente, entonces el consumo puede ser relacionado con la vaca en forma individual. Esta afirmación presenta una serie de problemas técnicos. Primeramente, la alimentación por separado requiere equipo individual. Los alimentadores en el cuarto de ordeña cos-

tarán varios miles de pesos en el momento en que sean colocados con todas las líneas de suministro y sus accesorios. En segundo lugar, de acuerdo con los trabajos de investigación, la mayoría de los alimentadores que se tienen, son imprecisos en su funcionamiento. Sus errores no son constantes y la inexactitud varía ampliamente entre máquinas. Afortunadamente algunos de los modelos más recientes y caros disponibles, han sido mejorados. En tercer lugar, con los grandes productores y las grandes cantidades de concentrados, se convierten las salas de ordeña en cobertizos de alimentación y la producción se ve limitada por la velocidad de alimentación.

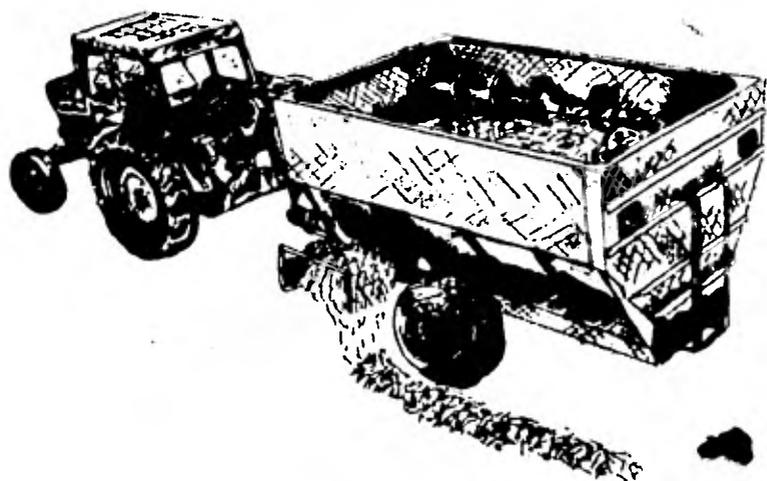


Figura 48. Remolque mezclador como base del sistema de manejo de materiales.

La idea de una ración completa de alimentación, parte del hecho de que la vaca es un juez más preciso de sus propios requerimientos, de lo que pudieramos ser nosotros. Así es que todo el alimento es puesto en la máquina alimentadora, donde es mezclada y distribuida sobre el pesebré.

No obstante el alto costo de la maquinaria en estos

días, el capital total invertido en un sistema de alimentación de ración completa, puede ser menor que la alternativa de alimentación dentro de la sala de ordeña.

Existe otra ventaja; las máquinas con agitadores dentro del tanque mezclador, impulsan el alimento removiendo el aire e incrementando la densidad. Hay evidencia de que a mayor densidad, mayor será la cantidad consumida por el ganado. El consumo será entonces mayor de un alimento barato. La otra ventaja es la eliminación del aire, ya que el alimento presenta un nivel mucho más reducido de fermentación secundaria. Experimentalmente se ha comprobado que se puede colocar el alimento una vez cada determinados días, en vez de diario. El alimentarlas, dos o tres veces a la semana es posible. Con lo anterior se está logrando para el ganadero, la libertad lograda por el labrador.

El remolque mezclador abre una nueva era en la alimentación del ganado, simplemente por la versatilidad para usar toda clase de alimentos sin afectar el rumiado de la alimentación del ganado. Los sub-productos del arado, la paja procesada, así como la posibilidad de agregar toda clase de aditivos, podrían ayudar a controlar el costo de la alimentación del ganado al usar el remolque mezclador como la base mecanizada de un sistema de manejo de alimentos.

4. Comparación del tractor con el montacargas para el manejo de materiales.

El equipo diseñado para un trabajo, deberá realizarlo mejor y al mismo tiempo ser más económico para adquirirse. La versatilidad en las construcciones y los equipos cuesta dinero, así que las herramientas especializadas deberían ser más baratas. Debido a que son especiales, con frecuencia tienen un volumen de venta más bajo y debido a eso, su precio aumenta. De tal manera que los tractores producidos en serie, construidos en una línea de ensamble, como la producción masiva de autos, son una buena elección por lo que valen. Los tractores especializados para el manejo de materiales, con frecuencia son más caros, porque son producidos en cantidades limitadas o basados en equipo industrial más sofisticado.

El equipo construido para un efecto frecuentemente es más eficiente, ya que no presenta términos medios de funcionamiento y el trabajo del operador es más simple. Por ejemplo, una investigación del NIAE<sup>2</sup> estudiaba el funcionamiento de un tractor equipado con torre y horquillas en la parte posterior, y con un asiento giratorio para el operador. Cuando el operador daba la cara a su trabajo (en vez de la espalda), trabajaba un 30 % más aprisa, con menos accidentes y menor fatiga durante más horas.

<sup>2</sup> NIAE = Instituto Nacional de Ingeniería Agrícola Inglaterra

Debido a una gran influencia industrial, se tienen dos tipos de tractores para manejo de materiales; el montacargas para terreno pesado y el cargador frontal autopropulsado, con el cargador construido dentro de la unidad del tractor, cuyos brazos no son desprendibles.

Tipos de tractores para manejo de materiales.

Cargador frontal autopropulsado	Montacargas para terreno pesado.
---------------------------------	----------------------------------

C a r a c t e r í s t i c a s .

Buen funcionamiento.	Buen funcionamiento.
Buen alcance al frente.	Pobre alcance al frente.
A veces poco alcance vertical.	Buen alcance vertical.
A veces perfil muy bajo	Perfil alto.
Caro	Barato y muy versátil.

¿Qué hay especial entre los montacargas para terreno pesado? Una mordida típica de 1.5 a 2 toneladas por vuelta. Su velocidad de trabajo por lo menos empareja y probablemente rebasa a cualquier otro sistema de carga.

Los montacargas para terreno pesado pueden realizar cualquier trabajo que pueda hacer un tractor normal, incluyendo trabajos de arrastre, con excepción del arado y cultivo pesado. Son más rápidos y versátiles que los tractores convencionales. Se obtienen muchas más horas de trabajo con ellos a velocidades mayores. Se mejora la precisión, se reducen los errores y se facilita su operación.

Debido a la influencia industrial, se ha mejorado el

manejo de material agrícola. Varias de las compañías dedicadas a la fabricación de equipo, se han orientado a la solución de los problemas de la agricultura, de modo que los accesorios han sido bien desarrollados y forman ahora parte de un "paquete" orientado a la agricultura.

Como se vió en el capítulo anterior, el rango de accesorios para la torre es bastante amplio. Muchos de estos accesorios, pueden ser removidos de la torre sin que el operador se tenga que bajar de su asiento. El uso de mandos hidráulicos ha ampliado la variedad de dispositivos frontales. Se usan dispositivos hidráulicos para ganchos, rastrillos de garrear para estiércol y rastrillos de empuje. En algunos casos, varios de estos dispositivos han sido reunidos en uno solo.

Se pueden usar motores hidráulicos para operar barredoras, bombas atomizadoras y hasta sierras para podar (figura 49).

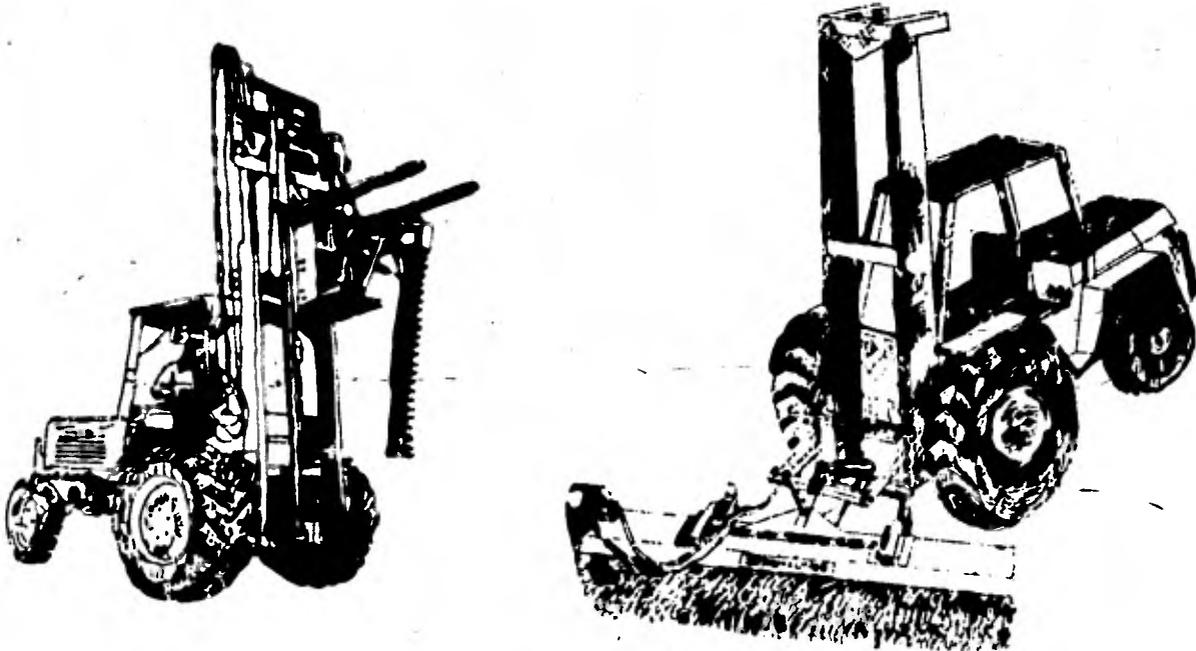


Figura 49. Diferentes aditamentos para montacargas de terreno pesado.

### Parte posterior

No solo se han sofisticado los aditamentos delanteros, sino la parte posterior también está siendo explotada. Uno de los aditamentos más útiles es el gancho hidráulico para trabajos de arrastre.

Algunos fabricantes colocan excavadoras de tipo industrial al frente o en la parte posterior de los tractores. Otros diseñadores han incluido dispositivos en forma de remolque o montados en tres puntos. Se puede apoyar un dispositivo en la torre y ser empujado de frente, lo que proporciona todas las ventajas del tractor agrícola y ninguna de sus desventajas (figura 50).

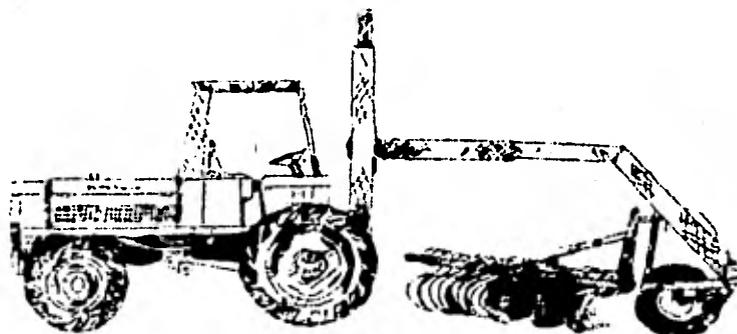


Figura 50. Montacargas de terreno pesado con aditamentos apoyados en su torre.

Hay ahora una tendencia interesante para las creaciones futuras. Un gran porcentaje de las ventas de montacargas agrícolas está en los 70 H.P. con tracción en las cuatro ruedas. Hay tendencia a lograr mejor potencia y mejor giro (sobre todo si se sobrecargan las ruedas del volante). A medida que la potencia de salida aumenta, también lo hace la necesidad de giro articulado, como en el caso de los grandes tractores de cultivo.

En este rango de potencia, la articulación no es

ventajosa por razones de giro, sino para agarre y estabilidad. Ha habido un aumento en el número de modelos articulados a la venta en los años recientes. Tal vez el más interesante sea aquel en el que el operador se sienta dando la cara a la mitad de la torre, lo que significa que está cerca de su trabajo y por lo tanto, ve mejor. La parte posterior o articulada puede llevar lo que se desee; desde el cuerpo de un camión de basura, un distribuidor de fertilizante, un atomizador o una base giratoria para camión articulado.

En el último ejemplo, el remolque de carretera puede ser desconectado de su tractor y ser conectado al montacargas para su arrastre en el interior de la granja.

Versatilidad.

Reuniendo la idea de un tractor de remolque articulado con la de los cargadores frontales autopropulsados, tenemos la posibilidad de un tractor genuino para el manejo de materiales, combinado con un tractor de cultivo. Una compañía canadiense ha fabricado un tractor articulado, "el versatile", que puede ser adaptado a un cargador frontal en uno de sus extremos, con el operador dando la cara y encontrándose cerca de su trabajo (figura 51).

El cargador frontal puede quitarse y remplazarse por una conexión de tres puntos, y el operador girado 180° como lo muestra la misma figura 51.

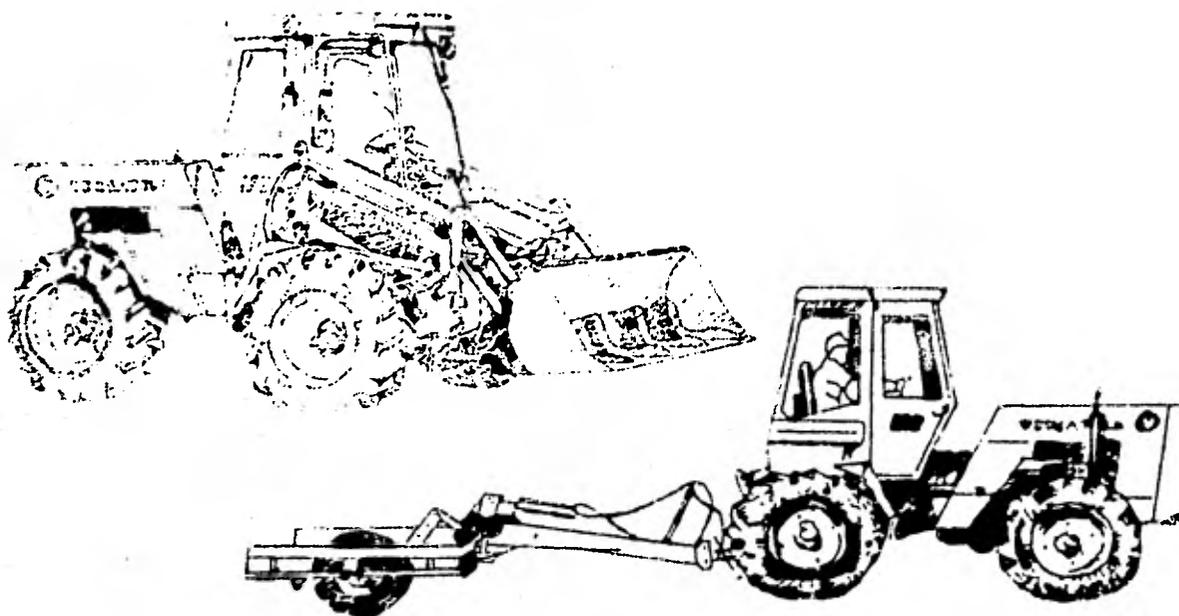


Figura 51. Tractor articulado para manejo de materiales 'Versatile'

### 5. Tractores para transportación.

Hay un vacío en el mercado de tractores en lo referente a transporte. No hay que olvidar que la naturaleza del negocio agrícola incluye gran cantidad de movimiento de materiales. Se nota una tendencia hacia cargas mayores y se esperan mayores velocidades de transporte en carretera. La idea del tractor convencional es excelente, pero los tractores no están en realidad diseñados para jalar cargas importantes a altas velocidades de carretera. Puede haber una adaptación, en función de llantas adecuadas para carretera de alta velocidad y la adición de frenos neumáticos o hidráulicos, pero el problema va más allá.

¿Por qué no observar la operación total del transporte, en su derecho propio y ver si en realidad se requiere de

vehículos diferentes? Más aún, si se usaran vehículos diferentes, o los existentes en forma distinta ¿Podría mejorarse la producción, reducirse los costos o ambas cosas?

Los investigadores Grayham Edwards y Stuart Taylor no sabían nada de ingeniería agrícola, pero estaban colaborando con el Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester. Como un proyecto, observaron el tractor agrícola y preguntaron a los agricultores (no a los fabricantes), que sentían que le hiciera falta. El resultado fué el diseño del tractor "Tran-tor", el cual, llena claramente el vacío y mejora grandemente las operaciones de transporte en Inglaterra. Lo que ellos concibieron fué un tractor, capaz de jalar remolques pesados a altas velocidades de carretera, con niveles aceptables de seguridad. Su diseño incluyó algunas características especiales, como suspensión integral, frenos en todo el tractor con línea dual. Dicha unidad también puede desempeñar trabajos agrícolas medios, aun cuando su función principal es el transporte a altas velocidades (figura 52).

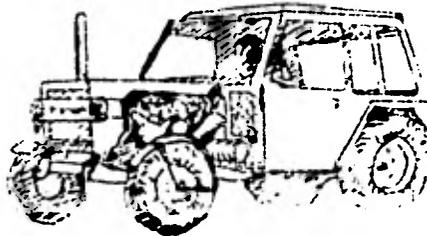


Figura 52. Tractor Británico de transporte para altas velocidades.

El equivalente a este vehículo en Estados Unidos y en México, es lo que conocemos como camioneta pick up. Es un transporte que reúne varias características que lo hacen adecuado para

operaciones de transporte agrícola.

Muchos de esos vehículos tienen poderosos motores v6 o v8. Los más comunmente usados son los de gasolina, pero los de diesel están ganando popularidad debido tanto a la crisis, como a que están siendo usados para trabajo pesado agrícola. Los hay con tracción en las cuatro ruedas y grandes alturas de estribo, aunado a que en algunos casos las llantas también son para trabajo pesado, semejantes a las de los tractores. Tienen además salidas externas del sistema de frenos y grúas hidráulicas. Una configuración particularmente útil es la plataforma con cuello de ganso, que transfiere la fuerza exactamente al centro del espacio destinado a la carga, entre las ruedas delanteras y traseras del vehículo (figura 53). Tales unidades jalan remolques bastante pesados a velocidades superiores a los 80 Km por hora. Sus márgenes de estabilidad y seguridad son comparables a los de cualquier otro vehículo. En cierta forma es una versión de jeep articulado.



Figura 53. Camioneta pick up. con remolque de cuello de ganso.

La capacidad de trabajo en el campo es adecuada a las operaciones de transporte, tal como la fumigación o la aplicación de fertilizantes. Se logran buenos rendimientos en términos

de hectáreas por día, a causa de sus tiempos de vuelta completa. Ya que la potencia se encuentra disponible, y las unidades son adaptadas, si no es que diseñadas, para el trabajo, pueden aceptar grandes cargas también. Por ejemplo, los aspersores de fertilizante tipo cuello de ganso, tienen capacidades de 2 a 5 toneladas. Con lo anterior se concluye que tenemos en las camionetas pick up la combinación de características tomadas de un camión agrícola, de un tractor y del transporte del administrador de la granja, con una poca de comodidad agregada.

La camioneta también es utilizada para levantar las grandes pacas redondas con las que iniciamos el capítulo, una abrazadera operada hidráulicamente o una espiga fija en la portezuela posterior, eleva las pacas y las sube a la camioneta (figura 54).



Figura 54. Camioneta pick up cargando una gran paca redonda.

El transporte de alta velocidad, parece ser importante por razones diferentes a la velocidad con que se maneja ahora, en relación a como se manejaba hace 30 años. En primer lugar, la sofisticación de los tractores ha mejorado, los tractores diseñados para cultivo son ahora muy buenos. También se tiene ahora la oportunidad de desarrollar y comprar buenos transportes que

sean más rápidos y seguros.

En segundo lugar, ahora se transporta mucho más que antes, tanto en cantidad como en distancia. Las operaciones de las granjas requieren de talleres como servicios de apoyo, procesamiento y empaque. Debido a que dichos servicios son caros, hay que centralizarlos, así que hace falta hacer más viajes al campo. A medida que las unidades de ganado crecen, también crece la necesidad de centralización de servicios, lo que seguirá haciendo sentir su efecto en la necesidad de buenos elementos de transporte.

CAPITULO VI  
DIVERSAS SITUACIONES DE  
PRODUCCION .

En este capítulo se analizarán las siguientes situaciones, en lo referente al manejo de materiales.

1. Manejo de balas
2. Cereales, alimento y grano cosechado.
3. Fertilizante.
4. Transportación en el campo.
5. Forraje.
6. Estiércol.
7. Papas.
8. Plantas empacadoras.

Sabemos que se podría escribir no solo una tesis, sino un libro de texto completo, acerca de la tecnología del manejo de materiales de cada uno de los productos arriba mencionados. Sin embargo, las secciones dedicadas a cada una, serán breves, debido a que cada material es tratado desde un enfoque diferente para analizar las diversas situaciones prácticas.

## 1. Manejo de balas.

Probablemente se ha hablado más sobre el manejo de balas o pacas que de cualquier otra situación de manejo agrícola. Si no queremos desperdiciar este espacio en la misma forma, es importante identificar el problema real. No obstante las poco frecuentes fluctuaciones de precios, la paja es un material de gran volumen y poco valor que se queda regado en los campos, como resultado de las operaciones previas. Aun cuando el heno tiene un valor más alto, cae francamente dentro de la misma categoría de materiales.

Cualquier intento para convertir este material en un semifluido, involucra el picado, que cuesta dinero y consume energía sin una justificación de tipo económico. Por esa razón se tendrá que usar la embaladora de una manera u otra. La pregunta es; ¿Qué tipo de embaladora usar y cómo manejar las pacas?

a) Enfoque humano.

Los requerimientos de manejo son más importantes que los de empaque. A grandes rasgos el tiempo es dinero. El hombre y tractor, van a tener un costo mayor de operación que cualquiera de los demás elementos del sistema de manejo. Por lo tanto, los dispositivos y aditamentos que aceleran el trabajo, merecen nuestra consideración.

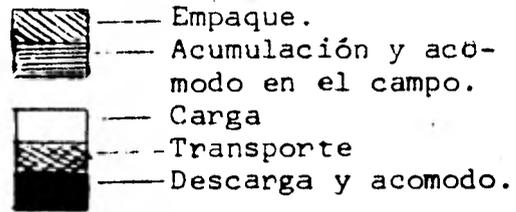
La figura 55 de la página siguiente, muestra una comparación de algunos sistemas de manejo de pacas basado en una in-

vestigación de ADAS, publicada en 1975,

Suposiciones:

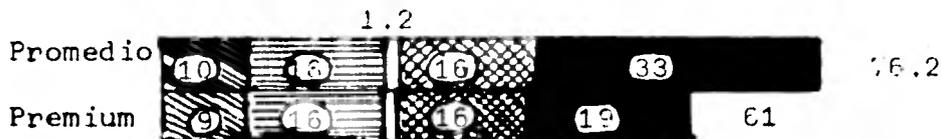
Claves:

1. Distancia de transporte = 900 metros en cada sentido.
2. Remolque solo.
3. Balas por carga = 150
4. Velocidad de transporte = 2.2 metros/segundo

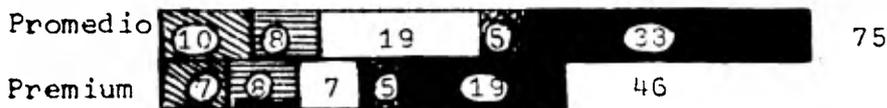


Unidades en minutos-hombre / tonelada.

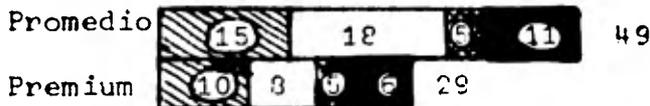
I. Acarreador de pacas: montones hechos a mano, transporte elevador y acomodo a mano.



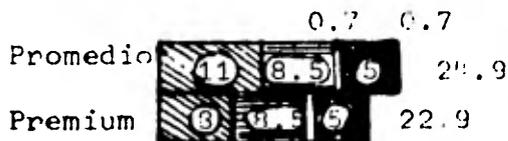
II. Cargador a presión: montones hechos a mano, remolque cargador, acomodo a mano.



III. Acumulador 8 plano: cargador cercado, remolque y acomodo con cargador.



IV. Acumulador 10 plano: cargador cercado y acomodo directo del transporte.



V. Grandes balas: acomodo directo con garfios.



Figura 55. Tabla comparativa de algunos sistemas de manejo de pacas.

Claramente el sistema 8 plano<sup>3</sup> muestra un desempeño promedio y un uso muy difundido. Los sistemas posteriores de manejo de pacas convencionales como el 10 plano, compiten con los sistemas de manejo de grandes pacas, por lo menos en términos de minuto/hombre por tonelada manejada.

b) Enfoque económico.

A veces los sistemas de manejo tienen que ser comparados en base al costo. Existen muchas consideraciones prácticas involucradas en el manejo de pacas, pero la más difícil de atacar es en términos de costo. Lo anterior se debe a dos razones; primero, es difícil saber el verdadero costo de los hombres, tractores y otros recursos (ya que todos ellos tienden a dispersarse por toda la granja, además de que su participación varía año con año) y segundo la naturaleza del material manejado, en este caso las pacas, por su bajo precio y gran volumen, hacen que su costo sea crítico.

Los costos presentados en la tabla 4, muestran claramente que un sistema 8 plano que toma solo ocho pacas por viaje, tiene serias limitaciones sin importar el costo del trabajo del hombre y del tractor.

La tabla 4 es un resumen de los costos de los diferentes sistemas, incluyendo empaque y acarreo, en base a 200 horas de uso anual de la unidad básica.

<sup>3</sup> El 8 y el 10 plano se refieren al acomodo de ese número de pacas, para su transporte.

Tabla 4. Resumen de los costos de los sistemas, incluyendo empaque y acarreo. Costo por tonelada a diferentes precios, por 200 horas de uso anual de la unidad básica.

Sistema	Toneladas manejadas	Costo de tractor y operador (en libras esterlinas por hora).			
		3.00	4.00	5.00	6.20
Diez plano	1088	4.19	4.64	5.07	5.59
Doble ocho plano	608	3.09	3.55	3.98	4.48
Unidad Freeman	2438	4.12	4.25	4.38	4.16
Horquilla acumulador	263	5.27	6.28	7.30	8.52
Paca cuadrada grande(1/viaje)	1090	3.62	4.21	4.86	5.48
Transportador pacas grandes	968	3.17	3.46	3.73	4.07
Ocho plano	800	4.21	5.03	5.48	6.21
Ocho cúbico(llevando 48 pacas 8 por viaje).	800	3.26	3.75	4.23	4.81
Bultos amarrados	840	4.43	4.92	5.40	6.33
Remolque automático	1500	4.28	4.55	4.82	5.14
Enfardadora redonda grande (de 5 pies, llevando 1/viaje).	968	3.63	4.26	4.88	5.62
Enfardadora redonda grande (de 4 pies, llevando 1/viaje).	713	4.76	5.60	6.44	7.45

CIFRAS DE LA PRIMAVERA DE 1977.

Cuando la mano de obra y la oportunidad están bajo presión, existen dos respuestas claras. Debido a las cualidades de secado de las balas redondas, se puede eliminar la presión del acarreo, o por lo menos esquivar el problema. Alternativamente, los sistemas de manejo más caros pueden producir aumentos en el tonelaje manejado en el tiempo disponible. Al observar los sistemas de gran tonelaje, notamos que el rendimiento va mano a mano con el costo bajo por tonelada.

En general, los sistemas de más alto rendimiento ocupados en el manejo de pacas convencionales, trabajan con pacas más grandes y más densas. La mayoría de los remolques automáticos se combinan con embaladoras de alto rendimiento. Estas embaladoras, se puede esperar que tengan rendimientos en la región de las 10 toneladas por hora en periodos largos. De forma imprevista, las embaladoras Freeman indican que pueden producir 20 toneladas por hora (aun cuando en la tabla se le consideró un rendimiento de 10). Por supuesto que lo que se busca, es una producción mayor de las embaladoras.

Otra conclusión de la tabla, es que la cantidad de balas tomadas para su acarreo debe ser grande. Por esta razón, un sistema que levanta 20 o hasta 40 pacas convencionales por viaje, puede competir con los sistemas de pacas más grandes.

La conclusión final es bastante sencilla, para mejorar el rendimiento se necesita tomar una carga a escala de maquinaria por vuelta. Lo anterior significa que tanto el tamaño como la densidad cuentan. Esto se puede lograr con una mejor carga de los

tractores, para lo que existen varias posibilidades.

Empezando con las pacas pequeñas, hay varias alternativas. Cualquier sistema que pueda apilar pacas en montones pequeños, proporcionaría las ventajas buscadas. El único problema básico es que ese enfoque tiende a ser complicado; ya que se requeriría de acumuladores complicados y algo de tiempo perdido en los viajes cortos de los tractores. Sin embargo, tiene sus ventajas. Por ejemplo, el sistema ocho cúbico de Lely, puede llevar 48 pacas por vuelta. El doble ocho plano de la ingeniería Fossway puede llevar 16 pacas por toma, con un acumulador ligeramente más complicado que los normales, pero el sistema es sencillo.

Hasta los sistemas ocho plano pueden alcanzar este objetivo. El contexto de toda esta discusión sobre el manejo de pacas, ha señalado el camino hacia creaciones diferentes a los ocho planos, pero también éstos pueden ser útiles y competitivos. Su mayor ventaja es que han sido muy usados y han sido bien desarrollados. La mayor debilidad de un ocho plano es que pesa solo 150 Kg.

Las embaladoras convencionales de cámara para pacas más grandes, tienen obviamente ventajas de rendimiento en sí mismas, pero además, las pacas más grandes presentan ventajas en su manejo por su densidad y peso. Los sistemas que manejan 100 pacas por vuelta, (ya existen varios) pueden reducir claramente el tiempo de tractor y operador, y por lo tanto, los costos.

Existen pacas nuevas de tres cordones que pueden pesar cerca de 50 Kg, lo que puede provocar otro problema de manejo hu-

mano, pero brindar la posibilidad de tener una carga a escala de maquinaria.

En un futuro cercano se verán pacas de 40 y 50 Kg de peso. Tal parece que nos deberemos olvidar de las grandes pacas, pero no es así, En primera, la mayoría de las pacas se usarán en la misma granja donde se producen. En segundo lugar, las grandes pacas se encuentran en su estado inicial de desarrollo.

Es oportuno reconocer que las grandes pacas han producido ahorros más importantes en mano de obra en el interior de las construcciones, que en el campo. Se trata todavía de la primera generación en términos de desarrollo. La segunda generación podría lograr avances más significativos.

Previendo ese futuro, Vermeer ha producido y usado una embaladora redonda que produce una bala 504 (5 pies de altura, redonda y 4 pies de ancho), que pesa más de una tonelada, o sea,  $480 \text{ Kg/m}^3$ ; lo que viene a ser tres veces la densidad de las pacas convencionales.

De tal manera que existen grandes opciones y muchas oportunidades de desarrollo. Al considerar las inversiones en sistemas de manejo de pacas para los años siguientes, sería conveniente ponderar las cifras mostradas y colocar al ocho plano, el más popular actualmente, dentro de ese contexto.

## 2. Cereales; alimento y grano cosechado.

Los granos de cereal presentan características casi de fluidos y deben ser tratados como tales para evitar pérdidas. Sin embargo, en las granjas son manejados en condiciones de humedad y con cantidades variables de polvo y basura. Tales condiciones pueden originar problemas poco comunes de manejo, incluyendo el riesgo de incendio, derivado del polvo y del calentamiento interno propio del grano suelto en almacenaje.

El primer problema en el manejo de grano, se presenta con la misma semilla. En el periodo de siembra hay una gran cantidad de grano que manejar y demasiado poco tiempo para hacer el trabajo.

Enfoque en base al tiempo.

La oportunidad en el sembrado puede representar diferencias notables en la producción. La mayoría de las sembradoras-trilladoras de grano tienen una eficiencia en el campo de menos del 60% y muchas hasta del 40%. Es decir, que solo el 40% de su tiempo en el campo es usada a velocidades de operación. No se trata de aumentar el area sembrada a base de una mayor velocidad. Las velocidades mayores causan brincos al arado, variaciones en la profundidad de colocación de la semilla y su pérdida, lo que a su vez provocará una merma en la producción. El disminuir la velocidad de 15 a 8 Km por hora puede representar un incremento de 0.75 a 1.13 toneladas por hectárea. De tal suerte que la ampliación de

cobertura en el campo, deberá ser resultado de la eficiencia de mano de obra o de una sembradora más ancha. Mucha de la mejoría requerida, puede ser el resultado de un manejo más eficiente del grano y fertilizante. Cualquier cosa que acelere el llenado es deseable. Posiblemente el mejor método actual, sea el vaciar grandes bolsas de grano y fertilizante en un compartimiento gemelo en un remolque y que este compartimiento se pueda vaciar directamente en el sembrador (figura 56).

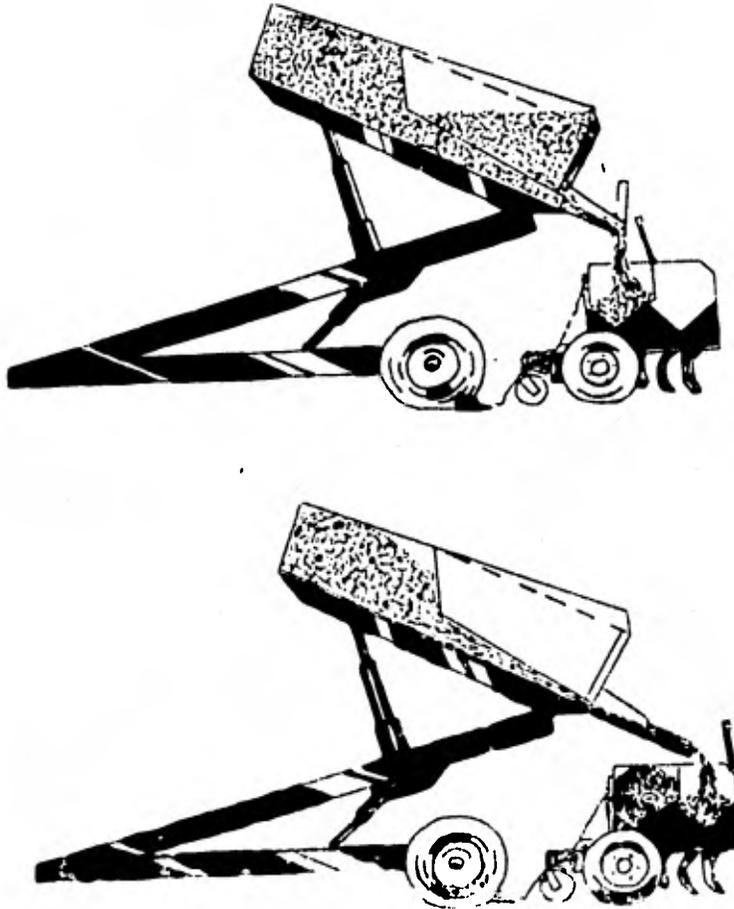


Figura 56. Depósito gemelo de grano y fertilizante descargando directamente a una sembradora.

Grano cosechado.

Acceso en base a la maquinaria.

Los movimientos intermedios entre los almacenes de grano y la planta procesadora, se harán de preferencia usando los transportadores fijos. La mayoría de ellos serán de cadena y escalón, banda y cangilón o variaciones de ellos. Probablemente la forma más barata y satisfactoria para realizar el trabajo. La única forma de reducir el costo es planear la distribución económicamente, lo que significa regresar a los diagramas de flechas. El uso adecuado de las técnicas de la Ingeniería de distribución reducirá tanto la longitud como el número de los transportadores.

Estas alternativas son un "pensamiento paralelo". Una posibilidad inmediata es no mover el grano. Esto es en parte la filosofía del secado en el suelo, o sea: el tomar una muestra limpia de la trilladora y aventarla al piso, eliminará todos los movimientos que se efectúan en un secador normal de cascada, de manera que se elimina la necesidad del equipo. Un buen sistema de ductos, construidos preferentemente dentro de los pisos de ladrillo hueco, harán el trabajo en forma satisfactoria.

Existe otra posibilidad dentro de las plantas de secado convencionales. En vez de mover el grano de los depósitos al secador para girarlos o acondicionarlos, se lleva el aire a los depósitos solo cuando sea necesario.

Si el grano caliente del secador se coloca directamente

en los depósitos de almacenaje, puede ser enfriado por medio de pequeños ventiladores fraccionarios (sería suficiente un máximo de 2 Kw). En este caso se incrementa el funcionamiento efectivo del secador, ya que no es usado para enfriar. La temperatura del grano puede ser registrada con termopares colocados en cada depósito y el enfriamiento procederá solo mientras las mediciones así lo determinen. Un acondicionamiento posterior por el mismo método, solo será necesario cuando las lecturas de los termopares mostradas en un panel de control, indiquen esa necesidad. No es necesario el movimiento para el acondicionamiento así como tampoco un depósito vacío para mover el grano.

#### Almacenaje.

Cuando se busca espacio para almacenar granos pequeños, una buena idea es considerar los contenedores flexibles o las grandes bolsas de media tonelada. El uso de estas bolsas para fertilizante ya está establecido, pero las bolsas vacías pueden servir para guardar el grano derramado o como el sistema principal de almacenaje, especialmente para semilla pequeña. También pueden ser usadas para facilitar el movimiento interno de granja de la semilla procesada. Las grandes bolsas pueden ser usadas de nuevo, basta sellar con una bolsa vieja de 50 Kg de fertilizante la abertura de la bolsa grande. Se debe cuidar la seguridad, ya que el volver a usar las grandes bolsas solo es seguro si éstas están en buen estado, lo cual no es siempre sencillo de confirmar. Si las bolsas han sido dejadas a la intemperie al rayo de sol por dos o tres días habrá que rechazarlas, así como si muestran algu-

na señal de deterioro mecánico (un pequeño rasguño en la cubierta), no se deberán de usar.

Movimiento fuera del almacén.

El movimiento en el almacén no tiene por que ser a velocidades reducidas, ni requerir grandes cantidades de energía. La gravedad es la mejor herramienta para vaciar los depósitos. Para bases planas en depósitos circulares,; un transportador es el equipo más económico, tanto para comprarse como para operarse. Para depósitos rectangulares, el barrido con aire trabaja bien y será obviamente parte del sistema de secado interno del depósito.

Con los sistemas de almacenaje en las granjas por medio de depósitos, puede generarse un cuello de botella en la carga de los camiones a granel. He aquí el porqué de las tolvas para manejo del granel en muchas granjas. La carga de camiones desde el piso a velocidades razonables, puede ser lograda con equipo especializado construido al efecto o con cargadores autopropulsados (figura 57).

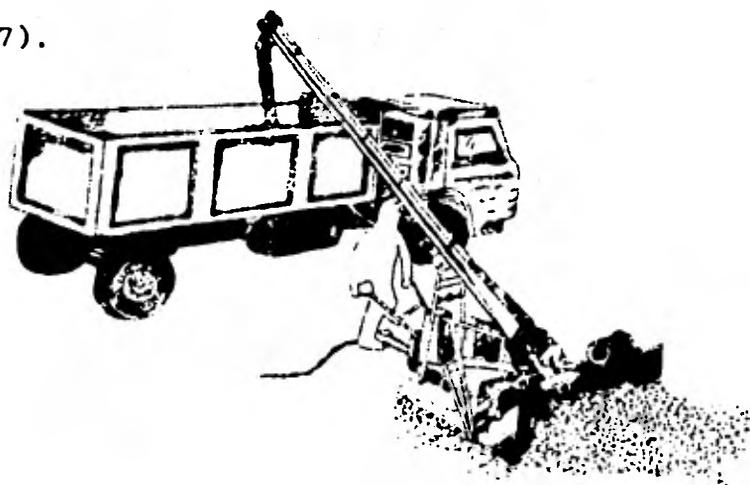


Figura 57. Cargador de grano durante el llenado de un camión a granel.

Los transportadores de grano pueden lograr de 60 a 90 toneladas por hora, son impulsados eléctricamente y van montados en un triciclo con el que son cambiados de lugar manualmente. Dicho equipo puede ser adaptado para aceptar una tolva y ser usado para llenar un almacén. Equipados con un impulsor en su salida, pueden mandar grandes cantidades de grano a cualquier distancia y altura normalmente requerida en los almacenajes. Los sistemas impulsores neumáticos se pueden usar en la misma forma, pero no con el mismo rendimiento. Esta clase de equipo es especializado, necesita atención manual y tiene el inconveniente de abrirse camino masticando todo a su paso.

Una alternativa es el cargador con cangilón. Los cargadores a base de tractores convencionales pueden lograr buenas velocidades y equipados con los cucharones más grandes, los que pueden levantar una tonelada por viaje, pueden lograr hasta 30 y 40 toneladas por hora. Los cargadores de tipo industrial, equipados con depósitos más grandes, sobrepasarán estas cifras. Los montacargas, debido a su tiempo de vuelta completa más rápido, con una carga de una tonelada por viaje deberá dar 60 toneladas por hora, con la ventaja de su versatilidad.

### 3. Fertilizante .

Cuando se consideran sistemas alternativos de manejo, es buena idea enfocar el problema desde un punto de vista puramente cuantitativo. Se debe de tomar una hoja de papel para cada mé-

todo posible y escribir los pros y los contras de cada sistema.

El sistema utilizado con más frecuencia, es abastecer el fertilizante en sacos de 50 Kg. La razón que existe para ello, es que les conviene a los grandes fabricantes. Los sacos son un sistema flexible que no presenta problemas de manejo. Son eficientes tanto en sus necesidades para transporte como para su almacenaje. La flexibilidad permite una selección razonable de mezclas y de fórmulas rápidamente disponibles "del anaquel". En términos de manejo dentro de la granja, los sacos pueden tener sus ventajas, dependiendo de la situación particular.

En las páginas siguientes se muestra un panorama de las opciones disponibles para el manejo de fertilizantes y se presentan también, en términos generales, los pros y contras para cada opción.

Enfoque de maquinaria de acuerdo al sistema usado en:

- a) Sacos a escala humana.
- b) Sacos sobre tarimas.
- c) Atado de sacos.
- d) A granel.
- e) Líquido.
- f) Grandes bolsas.

## a) Sacos a escala humana.

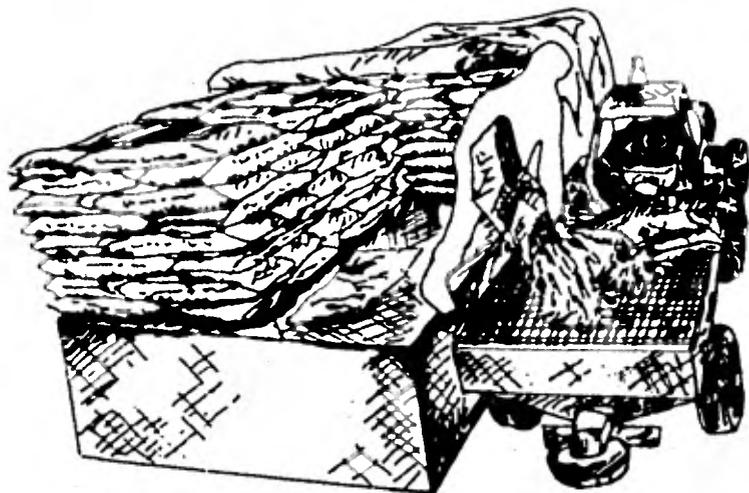


Figura 58. Manejo de fertilizante en sacos a escala humana.

## Pros.

Sistema conveniente y flexible para el fabricante.

Se puede almacenar sin problemas.

Las bolsas de 50 kg. permiten facilidad de revisión de las cantidades aplicadas.

## Contras.

Las bolsas tienen un costo importante para el agricultor.

El manejo es trabajo pesado y requiere mucho trabajo humano aun con apoyo mecánico.

## b) Sacos sobre tarimas.



Figura 59. Manejo de sacos de fertilizante sobre tarimas.

## Pros

Los tiempos de manejo son reducidos notablemente y los totales son mejores respecto a los mismos sacos sin tarimas.

El sistema conviene a todos los proveedores.

Los sacos dan una visión rápida del material aplicado.

Las tarimas y el equipo de acarreo, puede usarse para otros propósitos, siendo parte de un sistema integrado de manejo de materiales.

## Contras.

El costo de las tarimas es elevado.

Las tarimas forman otro lote de piezas que requiere manejo y mantenimiento.

Se requiere equipo especial para manejo de cargas de más de una tonelada.

Necesita buenas áreas de descarga y accesos adecuados en ambos costados del camión de reparto.

Requiere buen acceso al almacén que deberá ser plano.

## c) Atado de sacos.

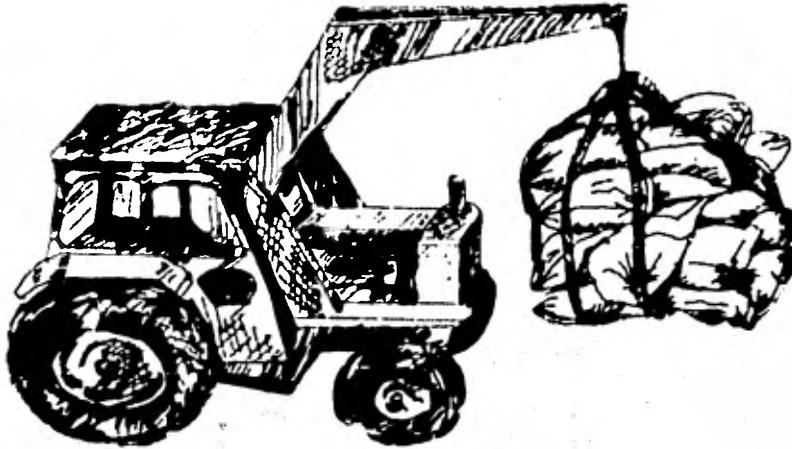


Figura 60. Atado de sacos en un cargador frontal.

## Pros.

El sistema es barato, con las ventajas que pudiera tener las cargas "unitarias" de una tonelada, en bolsas de 50 Kg. con el uso de un tractor con su cargador frontal.

Atractivo probablemente para un operador en pequeño que no pueda justificar el costo del manejo a base de tarimas.

## Contras.

No tiene ventajas para el operario, quien todavía tiene que manejar los sacos a mano.

Los atados se tienen que formar manualmente a medida que los sacos son bajados del repartidor.

La carga no es muy estable y tiende a caerse.

d) A granel.

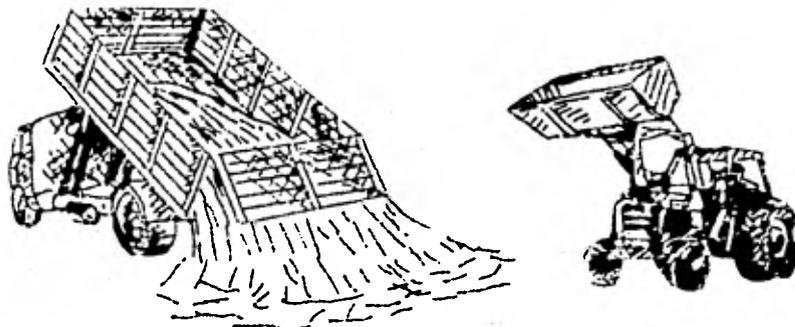


Figura 61. Manejo de fertilizante a granel

#### Pros

Atractivo para operaciones en grande, para fabricantes y comerciantes que ofrecen servicio de aplicación.

Ahorra el costo de los sacos

Brinda un manejo potencial de grandes proporciones.

Manejo manual mínimo.

#### Contras.

Problemas de almacenaje y probable deterioro.

La verificación de cantidades usadas es difícil.

El almacenaje a granel de productos con alto contenido de nitrógeno es difícil, por el riesgo de explosión.

El manejo manual es imposible si fallan los cargadores mecánicos.

Se requiere acceso adecuado para los transportes.

e) Líquido.

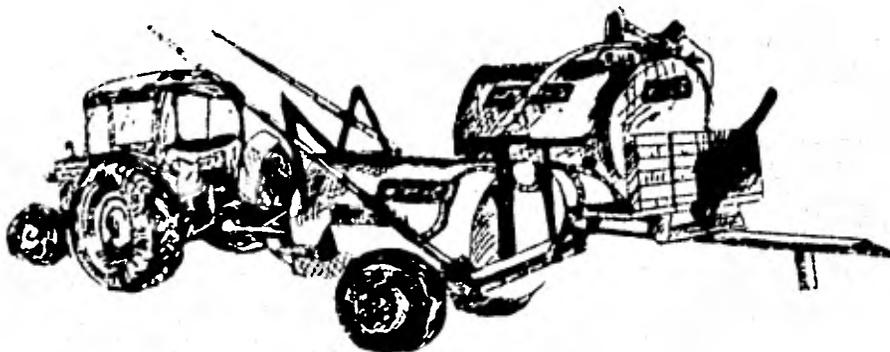


Figura 62. Manejo de fertilizante en forma líquida.

#### Pros

No se requiere levantar ni manejar nada manualmente, con excepción de tubos ligeros.

Brinda altas velocidades de trabajo.

La máquina aspersora puede tener varias funciones.

Se pueden hacer mezclas con los productos químicos y se puede reducir el número de pasadas en la operación total.

#### Contras.

Almacenaje caro en especial si el depósito del proveedor se haya lejos de la granja.

Hay un número limitado, pero creciente de depósitos de proveedores.

Variación limitada en el nivel de concentración del fertilizante, y en el rango de compuestos disponibles actualmente.

## f) Grandes bolsas.

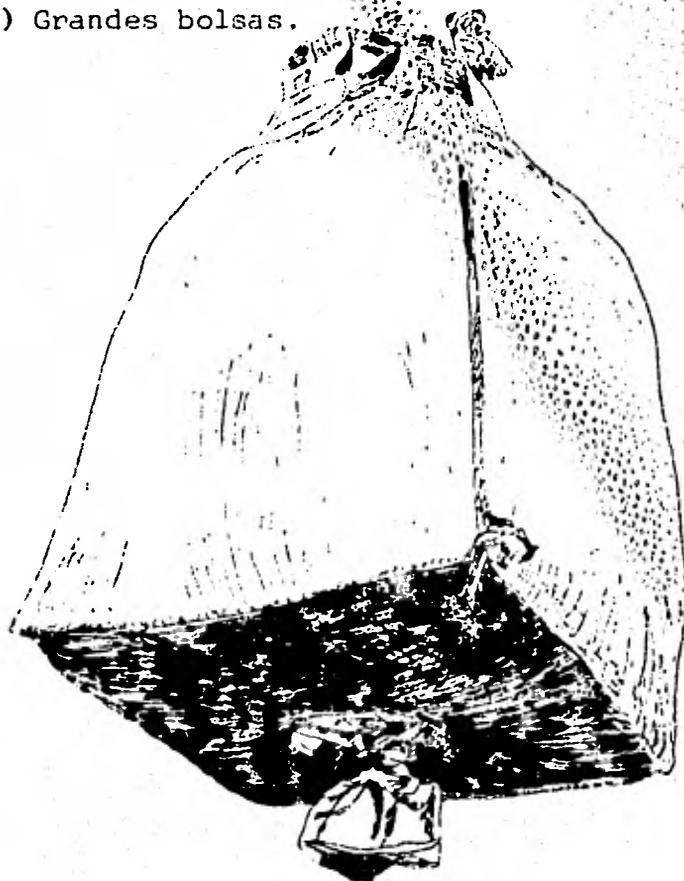


Figura 63. Bolsa grande de fertilizante. (contenido de 1/2 a 1Ton)

## Pros.

La mayoría de las ventajas del granel, sin sus desventajas.

Velocidades de manejo comparables con el líquido y granel.

No se necesita equipo especial.

Perspectivas para usarse como parte de un sistema integrado de manejo de materiales.

Algo de control sobre las cantidades usadas, aunque en incrementos grandes.

## Contras.

Algunas dificultades para los fabricantes.

Bolsas más caras que las de 50kg.

No es posible el manejo manual si los cargadores fallan.

Puede no ajustarse al tamaño de aspersores o combinadas.

#### 4. Transportación en el campo.

Existen, por supuesto, diversas maneras de manejar el material en el campo y cada una de ellas contiene un cierto número de componentes. Por ejemplo, el grano proveniente de una segadora cosechadora, puede ser descargado al interior de un remolque en movimiento, que viaje paralelo a ella en el campo a lo largo del camino y llevado directamente al granero. De manera alternativa, el estiércol puede ser entubado hacia el campo por medio de un ducto y distribuido mediante un equipo fijo o móvil en el terreno. En otro extremo del terreno se pueden llevar a cabo acciones que requieran trabajo manual, e incluyan el uso de pequeñas canastas, tarimas, montacargas y remolques.

Por supuesto que el movimiento de materiales en el campo no solo es complejo, sino determinante de las ganancias. Está relacionado con la recolección de las cosechas, en condiciones no siempre predecibles que afectarán los costos y la ganancia. En tal situación, hay muchas posibilidades de manejar el trabajo con exceso o carencia y terminar sin alcanzar las metas propuestas, o desperdiciar recursos costosos.

Debido a la variedad de situaciones en el campo, se podrían usar media docena de textos en el aspecto del manejo de materiales, sin embargo, lo que aquí vamos a manifestar se puede aplicar a cualquier situación particular.

Existe un aspecto en el campo de la planeación que es

común a varias situaciones, o sea el uso de remolques. No solo es el tipo más común de equipo de transporte en el campo, sino que son de los que más se abusa y más mal se utilizan; dando como resultado que sean los más costosos. A los precios actuales de operario y tractor, el solo pensar en usarlos a la mitad o menos de su capacidad, a causa de una mala planeación, es imperdonable. De aquí que resulta imperativo el planear la operación.

Enfoque gráfico.

Se pueden elaborar tablas y gráficas para planear las operaciones particulares. Lo que hay que hacer es observar las ejecuciones propias e interpretar las necesidades.

En las gráficas de las páginas siguientes, correspondientes a las figuras 64 y 65, se muestran dos de estas tablas, una en sistema inglés y la otra en sistema métrico. Estas fueron diseñadas para cosecha de raíces en la que el tiempo de carga del remolque es mayor que el de descarga. Algunos servicios de asesoría agrícola han producido gráficas semejantes para cubrir diversas situaciones de producción.

El uso principal es para calcular el número de remolques necesarios en una operación. No deja de ser interesante el usar la gráfica en sentido inverso, es decir, a partir del número de trailers disponibles regresarse observando los factores de producción que no están funcionando como debieran.

Uso de la tabla. (ejemplo)

Ya se encuentra trazado un ejemplo sobre la tabla, que se basó en las suposiciones siguientes:

Una cosechadora de betabel de dos surcos, sin depósito, trabaja a 4 millas por hora en una cosecha de 16 toneladas por acre. Tiene una anchura de surco de 20 pulgadas. El trayecto en una dirección, comprende 200 yardas de terreno pesado, y 1500 yardas de camino bueno que llevan a un área pavimentada en donde la carga es volteada en 3 minutos. El acarreo en el camino bueno se efectúa a 14 millas por hora.

#### Suposiciones complementarias.

La cosechadora logrará un 65 % de su rendimiento potencial y el recorrido sobre superficies malas se efectúa a 5 millas por hora.

#### Instrucciones generales.

1. Sobre la escala de la izquierda de la tabla, empieza en la distancia del trayecto sobre camino bueno (línea oscura que empieza en las 1500 yardas).

2. Recorra horizontalmente hasta hallar la línea de velocidad de acarreo (14 millas por hora en este ejemplo).

3. Baje verticalmente hasta intersectar la línea de distancia de transporte en el campo (200 yardas). (Si se conoce el tiempo de transporte en una dirección, omitanse los pasos 1, 2 y 3 y comiencese en la escala vertical del tiempo).

4. Recorra horizontalmente la gráfica hasta hallar la línea de tiempo de descarga del remolque (3 minutos).

5. Suba verticalmente hasta la línea de producción (16 toneladas por acre).

6. Recorra horizontalmente hasta encontrar la línea de ancho de faja levantada ( $2 \times 20 = 40$  pulgadas).

7. Baje hasta la línea de velocidad de trabajo (4 millas por hora).

8. Recorra horizontalmente hasta la línea de condiciones de campo (regulares).

9. Suba verticalmente y marque donde se cruzan las líneas de tamaño de remolques.

10. Horizontalmente, siga la línea a partir del punto marcado en cada tamaño de remolque, hasta la escala final para hallar allí el número de remolques necesarios para evitar el tiempo de espera para las cosechadoras sin tanque. Para las que los tienen, redúzcase la lectura, dividiendo el tamaño del tanque entre el tamaño del remolque (ambos en toneladas).

Las fracciones se completan a números enteros.

Instrucciones para la gráfica en unidades inglesas.

1. Comience en la distancia seleccionada de recorrido sobre camino en un solo sentido.

2. Recorra horizontalmente hasta la línea de velocidad promedio de acarreo.

3. Baje verticalmente hasta la línea de distancia de acarreo sobre caminos malos (la gráfica supone 5 millas por hora).

4. Recorra la gráfica horizontalmente, hasta hallar la línea de tiempo de colocación y descarga (o cambio) de remolque.

5. Suba verticalmente hasta hallar la línea de producción.

6. Recorra horizontalmente hasta hallar la línea del ancho de franja levantado por la cosechadora.

7. Baje hasta la línea de velocidad de máquina en operación.

8. Recorra horizontalmente hasta la línea de condiciones del campo. (si se trabaja a altas velocidades en surcos cortos, utilícese la línea "pobre").

9. Suba hasta la línea de tamaño de remolque.

10. Recorra la gráfica horizontalmente hasta la escala final, para encontrar ahí el número de remolques requeridos para balancear el rendimiento de la cosechadora.

Si se conoce el tiempo total de recorrido en un sentido, comiencese a partir de la escala dada después del número 3.

Para calcular el rendimiento, en acres por hora, con apoyo total de remolques:

1. Empiece del punto en la línea de 10 toneladas de producción.

2. Siga las instrucciones 6, 7 y 8.

3. Lea el resultado en la escala de producción.

Toneladas por hora.

1. Comience en el punto y suba hasta la línea de producción.

2. Siga las instrucciones 6, 7 y 8.

3. Baje hasta encontrar la escala de producción en la base de la gráfica.

Las cifras de producción son para el tiempo "en el cam-

po" solamente, y no incluyen el tiempo de preparación, limpieza, ni cambio en el terreno.

Para ajustar el rendimiento al número de remolques disponibles:

1. Si el número de remolques usados rebasa los requerimientos, no aumentará el rendimiento;

2. Si el número de remolques usados es inferior a los necesarios; el rendimiento resultante será;

Si solo hubiera dos remolques de tres toneladas:

Rendimiento como se calculó x número de remolques usados

Número de remolques necesarios.

En el ejemplo, si solo hubiera dos remolques de 3 tons.

$$\frac{1 \times 2}{2.4} = 0.83 \text{ acres/hora.}$$

Instrucciones para la gráfica en unidades métricas.

1. Comience por la distancia seleccionada de recorrido en un solo sentido, sobre caminos buenos.

2. Recorra horizontalmente hasta la línea de velocidad promedio de acarreo.

3. Baje verticalmente hasta la línea de distancia de acarreo sobre caminos malos. (la gráfica supone 8 k.p.h.)

4. Recorra la gráfica horizontalmente, hasta hallar la línea del tiempo para colocar y descargar (o cambiar) el remolque.

5. Suba verticalmente hasta encontrar la línea de producción.

6. Recorra horizontalmente hasta encontrar la línea de ancho de franja levantado por la cosechadora.

7. Baje hasta la línea de velocidad de la máquina en operación.

8. Recorra horizontalmente hasta la línea de condiciones de campo. (Si se trabaja a altas velocidades en surcos cortos utilícese la línea "pobre".)

9. Suba hasta la línea de tamaño del remolque.

10. Recorra la gráfica horizontalmente hasta la escala final, para encontrar ahí el número de remolques requeridos para balancear el rendimiento de la cosechadora.

Si se conoce el tiempo total de recorrido en un sentido, comiencese a partir de la escala dada después del punto 3.

Para calcular el rendimiento con apoyo total de remolques, en hectáreas por hora:

1. Empiece del punto en la línea de 10 toneladas de producción.

2. Siga las instrucciones 6, 7 y 8.

3. Lea los resultados en la parte superior de la escala de rendimiento.

Para calcular rendimiento en toneladas por hora:

1. Empiece por el punto y suba hasta la línea de producción.

2. Siga las instrucciones 6, 7 y 8.

3. Baje hasta hallar la escala de producción en la base de la gráfica.

Las cifras de producción son para el tiempo "en el campo" solamente y no incluyen el tiempo de preparación, limpieza ni cambio en el terreno.

Para ajustar el rendimiento a los remolques disponibles:

1. Si el número de los remolques usados rebasa los requerimientos, no aumentará el rendimiento.

2. Si el número de remolques usados es menor que los requerimientos, el rendimiento resultante será:

Rendimiento como se calculó x Número de remolques usados

---

Número de remolques necesarios

Tabla No. 5. Cálculo del número de remolques necesarios para una transportación adecuada de material agrícola.

Número de remolques requeridos.

Tamaño del remolque en toneladas.	Número de remolques requeridos.		
	sin depósito	Ajuste por tamaño de depósito (1 tonelada)	Con depósito (1 ton)
1.5	4(3.7)	-0.67	3(3.03)
3.0	3(2.4)	-0.33	3(2.07)
5.0	2(1.8)	-0.2	2(1.6)
8.0	2(1.5)	-0.125	2(1.38)
10.0	2(1.4)	-0.1	2(1.3)

Figura 64. **COSECHA DE RAICES - TAMAÑO Y NUMERO DE REMOLQUES**  
 (El tiempo de carga del remolque es mayor que el tiempo de descarga).

SISTEMA INGLES.

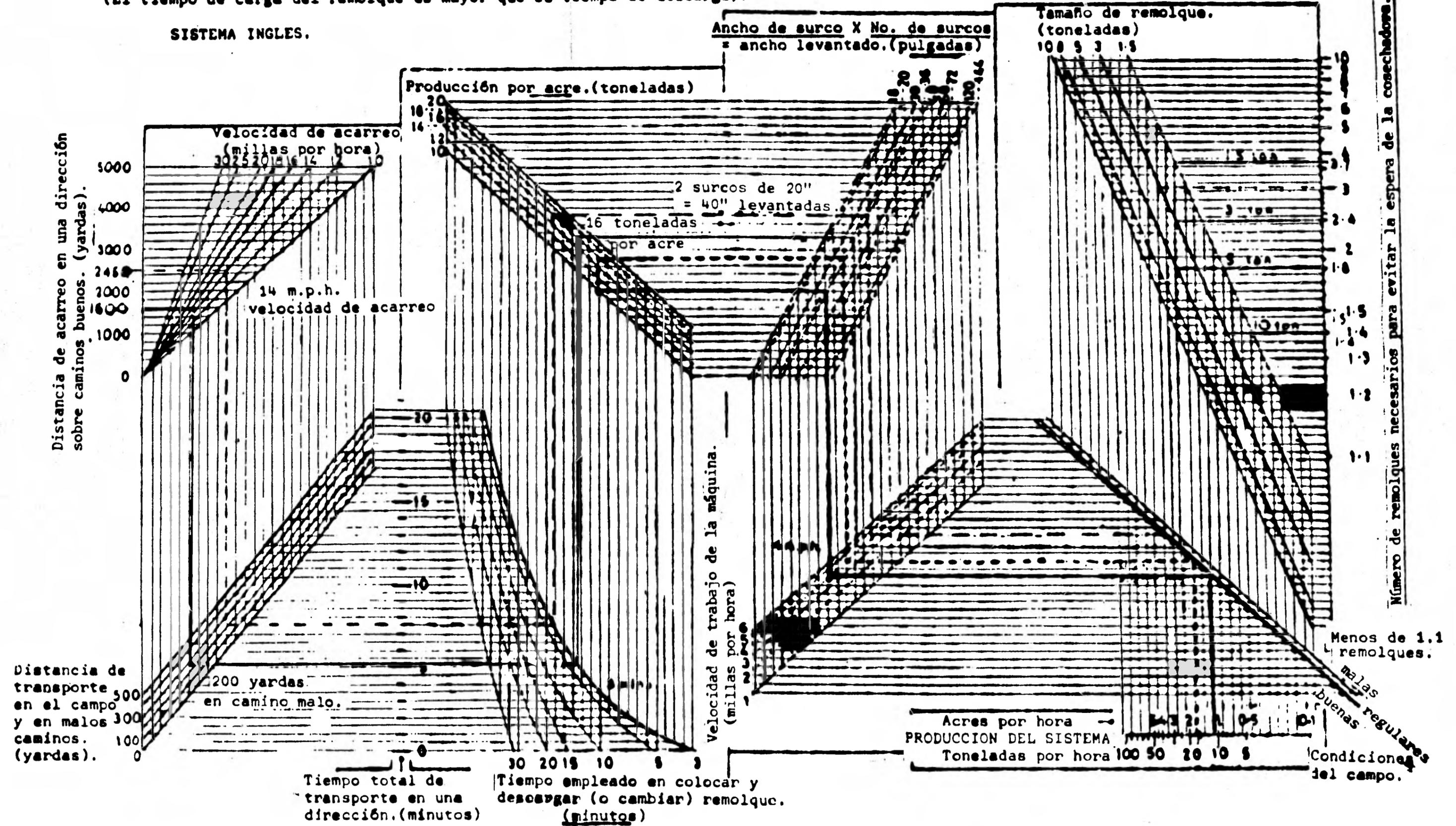
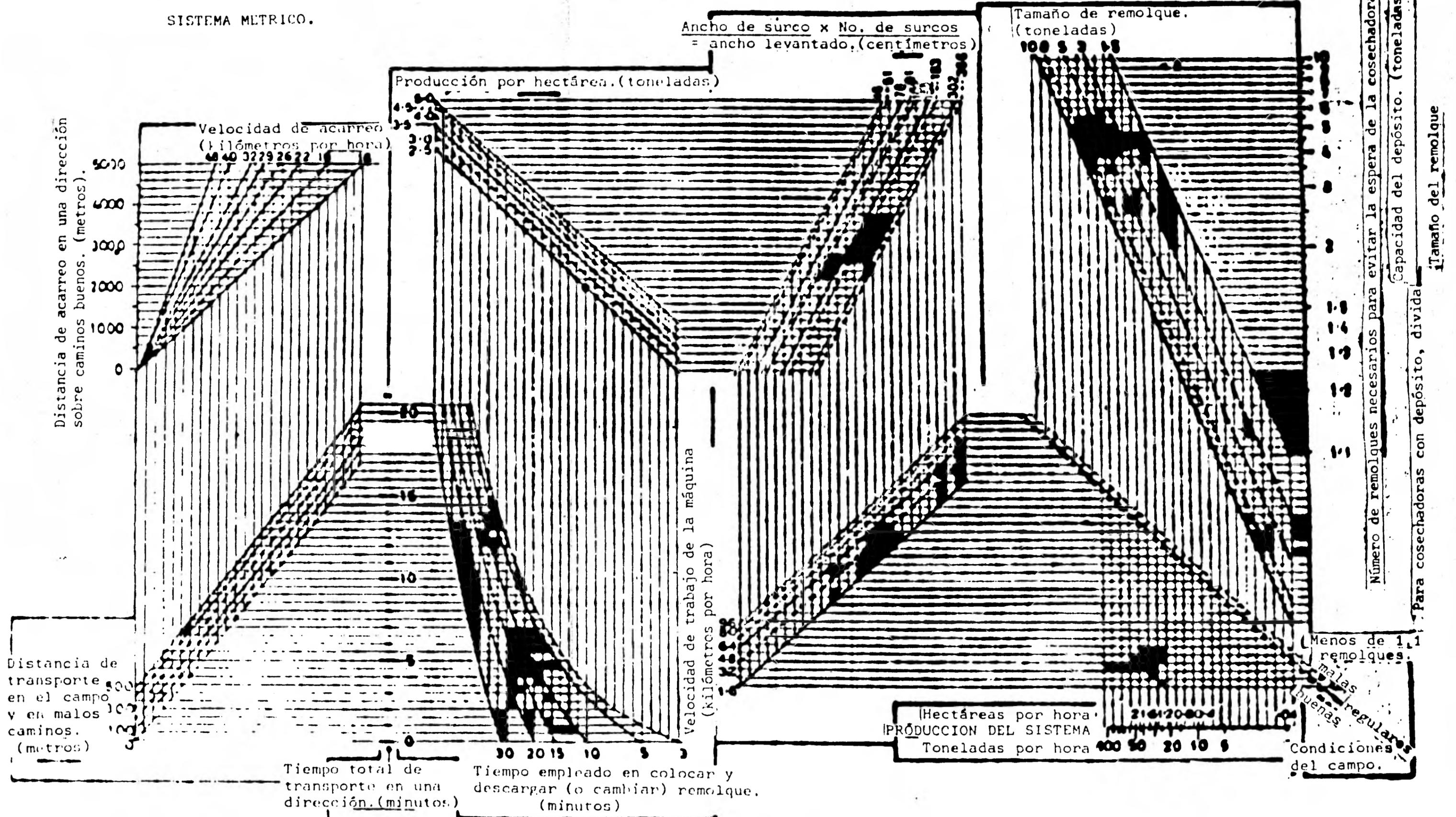


Figura 65. COSECHA DE RAICES - TAMAÑO Y NUMERO DE REMOLQUES  
 (El tiempo de carga del remolque es mayor que el tiempo de descarga).

SISTEMA METRICO.



Distancia de transporte en el campo y en malos caminos. (metros)

Tiempo total de transporte en una dirección. (minutos)

Tiempo empleado en colocar y descargar (o cambiar) remolque. (minutos)

Hectáreas por hora  
 PRODUCCION DEL SISTEMA  
 Toneladas por hora

Menos de 1,1 remolques.  
 malas regulares buenas  
 Condiciones del campo.

Número de remolques necesarios para evitar la espera de la cosechadora.  
 Capacidad del depósito. (toneladas)  
 Para cosechadoras con depósito, dividida  
 Tamaño del remolque

Usos adicionales.

Por supuesto que los remolques no pueden usarse en fracciones, por lo que es necesario redondear la fracción al número inmediato superior.

El hacer lo anterior, implica un tiempo de espera del remolque, pero el redondear al inmediato inferior provocará la espera de la máquina. La escala se subdivide, donde se puede, en decimales para poder leer el valor más preciso. Observese que la escala está numerada hacia abajo.

1. Distancia de recorrido que puede ser cubierta por un número fijo de remolques con capacidad definida.

En el ejemplo dado aquí y seguido en la gráfica, se notará que uno de los requisitos es de 2.4 remolques de 3 toneladas. En la práctica ese número se debería de redondear a 3 si es que no queremos tener tiempo de espera de la máquina. Para hallar la distancia que puede ser recorrida por los tres remolques de tres toneladas se deberá hacer lo siguiente:

a) Empiece en la escala del lado derecho en el número de remolques disponibles (por ejemplo 3). Para el depósito, agréguese tamaño de depósito / tamaño del remolque y empiece en el decimal (por ejemplo  $3 + 1/3 = 3.33$ )

b) Desplácese a la izquierda hasta la línea del tamaño establecido de remolque.

c) Retroceda en la gráfica a través de todas las variables, hasta la sección de longitud de recorrido.

En el ejemplo de los remolques de tres toneladas, éstos

podrían realizar recorridos de 200 yardas en caminos malos y 2450 en caminos buenos a 14 millas por hora, como se indica con la línea gruesa discontinua que empieza en el número 3 de la escala del "número de remolques".

## 2. Rendimiento del sistema en acres por hora.

a) Empiece en x sobre la línea de 10 toneladas por acre de producción. (línea gruesa continua).

b) Recorra la gráfica horizontalmente hasta la línea de franja levantada.

c) Baje hasta la línea de velocidad de trabajo.

d) Cruce horizontalmente hasta la línea de condiciones de campo.

e) Efectúe la lectura abajo, en la escala final de acres por hora.

## 2'. Rendimiento en toneladas por hora (línea gruesa que comienza en la línea de producción de 10 toneladas por acre).

Empiece en x, suba hasta la línea de producción y continúe como en el caso anterior hasta llegar a la escala final en toneladas por hora.

Estos rendimientos están basados en una eficiencia de maquinaria de un 65 % de su rendimiento potencial, como se explicó anteriormente. Para sistemas con proporciones de funcionamiento diferentes, divida el rendimiento calculado entre 65 y multiplíquese por la eficiencia esperada. (Las condiciones de "pobre" e "ideal" son de un 55 y un 70 % respectivamente). El ejemplo muestra un rendimiento de un acre por hora o 16 toneladas por hora.

### 3. Pérdida de rendimiento por un apoyo reducido de remolques.

Si se desprecia la fracción de remolque y se redondea el número al inmediato inferior, se produce la espera de la maquinaria. Para calcular el rendimiento a partir de esta reducción en el número de remolques se deberá hacer lo siguiente:

- a) Calcúlese el rendimiento del sistema como hasta ahora.
- b) Divida entre el número decimal de remolques requeridos.
- c) Multiplique por el entero inmediato inferior del número de remolques.

En el ejemplo, el rendimiento calculado de un acre por hora, requiere de 2.4 remolques de tres toneladas. El rendimiento obtenido si solo hay dos remolques disponibles, será:

$$\frac{1.0 \times 2.0}{2.4} = 0.83 \text{ acres por hora.}$$

#### Conclusión.

La tabla puede ser usada para planear requerimientos futuros. Por ejemplo, supóngase que se va a comprar una nueva cosechadora de varios surcos para una operación de cosecha de raíces. La operación para apoyo de transporte en el campo es crítica y con frecuencia es también la base del éxito o del fracaso de toda la operación. El planear este tipo de apoyo, provocará una inversión en remolques que hará pensar en no desperdiciar el capital invertido en ellos, ni el invertido en la cosechadora.

Lo que hacen las gráficas, es mostrar las opciones posibles, basadas en los cálculos propios del rendimiento.

Usadas a la inversa, sirven para analizar la situación real y sus deficiencias. Por ejemplo, se puede usar una opción particular de número y tamaño de remolques. La gráfica mostrará qué otros tamaños y cantidades pueden efectuar el mismo trabajo. Las diferentes opciones se podrán entonces valorar y comparar.

Para cualquier combinación dada de cantidades y tamaños, o aun con un solo tractor y un remolque, se puede analizar su funcionamiento con un simple desplazamiento sobre la gráfica. Supóngase, por ejemplo, que las malas condiciones reducen la velocidad de la cosechadora de 4 a 3 millas por hora. ¿De qué manera repercutirá lo anterior en los requerimientos de remolques? Tal vez la respuesta, después de seguir la gráfica, sea en nada. Se podría analizar también qué pasaría si la producción cambia en el terreno, o si un operador tarda más, debido a un imprevisto. La gráfica nos muestra los puntos en que los administradores deberán tener cuidado. Tal vez sea interesante observar qué sucede si todo permanece igual y solo cambia la velocidad de recorrido en los caminos buenos. Supongase que se compara una velocidad promedio de 10 millas por hora de un tractor convencional, con las 25 millas por hora obtenidas con un tractor especializado para manejo de materiales.

## 5. Forraje.

El manejo del forraje tiene su propio conjunto de características. El forraje es un material de mucho volumen, y la forma en que es manejado va a afectar tanto su calidad como su propio volumen. De manera que lo que produce ganancia en este caso, son el material en sí y el trato que éste reciba.

El primer trabajo de manejo en el campo es el corte y el acondicionamiento. El marchitamiento es importante, tanto en la producción de heno como en el ensilaje. Sabemos que el marchitamiento no procede en forma significativa, sino hasta que la cosecha es acondicionada o esparcida por primera vez. De manera que se nos presenta una situación extraña en la que el proceso depende del movimiento. La forma en que éste se lleva a cabo, no solo afecta la operación de marchitamiento, sino la calidad de la cosecha final y probablemente la cantidad.

Por lo anterior se puede concluir que, por ejemplo, la gran maquinaria de empaque que vimos en capítulos anteriores, y que produce ventajas en el manejo, puede tener otros efectos en la cosecha de heno. La gran paca cuadrada que introdujo Howard, se forma a partir de un número de montones, lo que permite una cierta cantidad de "respiración" y curado de la paca. No sucede lo mismo con las balas redondas de centro duro. En cualquier caso, el uso de aditivo aplicado al forraje antes de empacar se hace más necesario que con las pacas convencionales. Por otro lado,

la paca cuadrada grande, puede ser ventilada para un secado completo. Esto vuelve a brindar la posibilidad de forraje de alta calidad a un costo razonable. En términos de costo por unidad de nutriente en la boca del ganado, ese sistema es muy competitivo con los alternativos, principalmente por la calidad producida y los costos reducidos de manejo.

El marchitamiento del pasto puede ser un pre-tratamiento para el ensilaje. La eliminación del agua antes del acarreo, es útil desde el punto de vista del manejo de materiales, así como un pre-requisito para una buena calidad de ensilaje. La calidad del ensilaje, por lo tanto, se verá afectada por el tipo de herramienta usada para cosechar, así como los medios usados para su transporte.

Para sistemas de carga de un solo hombre, los remolques auto-cargables pueden ser atractivos. Sin embargo se deberá tener presente que la longitud de trituración producida, aun cuando los remolques estén equipados con cuchillas, es equivalente a la producida por el cosechador de tipo desmenuzador. Por lo tanto, los remolques auto-cargables no son adecuados para la producción de forraje de alta calidad.

El mejor sistema de manejo de materiales, desde el punto de vista de consumo de energía, es llevar al ganado al lugar donde se halla el alimento. La auto-alimentación resulta ser uno de los sistemas más baratos y exitosos de todas las posibilidades de manejo y almacenamiento de forraje. La auto-alimentación puede representar un desmenuzamiento no muy corto, y no demasiada

compactación, o el ganado no podrá comerlo.

Si el material ha de ser movido en la misma forma que en el sistema de la ración completa, en el que es necesario efectuar una mezcla en el remolque adecuado, existen varias posibilidades.

La tabla 1 del capítulo I, muestra que los cargadores frontales y los tractores pueden brindar velocidades competitivas de trabajo. Lo que la tabla no muestra adecuadamente, son las diferencias y variaciones de funcionamiento entre diferentes cargadores y diferentes operarios. Los arpeos, por ejemplo, causan una gran diferencia en la velocidad de carga. Los cargadores frontales convencionales, tienen otros problemas, por ejemplo, dejan una cara rasgada que permite la entrada del aire y se provoca una fermentación secundaria importante. En parte por esa razón y en parte para mejorar las velocidades de trabajo, es que los cortadores de block se han vuelto populares. Entre otras, tienen la ventaja de dar una idea de las cantidades usadas para fines de racionamiento.

Una investigación de origen Holandés, ha desarrollado con éxito el uso de embaladoras redondas grandes para obtener un ensilaje de bajo marchitamiento (paja verde), con un contenido de humedad próximo al 50 %. Las pacas se fabrican dentro de un depósito cuidadosamente sellado. A la hora del alimento, se mueve la paca como un block pre-preparado. Tal sistema es atractivo desde el punto de vista de la mecanización.

Las pérdidas.

Existe evidencia razonable, aunque no muy precisa, de la pérdida de mucha de la pastura que se produce en las granjas. En realidad, algo así como un 20% del material que entra a los depósitos, no llega a ser comida para el animal, ya que se pierde como gas o se desperdicia. Los datos de lo que se deja en los campos, son imprecisos, pero hay indicadores de que rebasa el 20 %. En términos generales, una cifra mencionada con frecuencia es un 50%. Esto significa que la mitad de la pastura producida, nunca llega a la boca del ganado. Tal vez, la afirmación anterior carezca de precisión, pero se halla muy cerca de la verdad.

Una pérdida del 50 % ofrece grandes posibilidades para el control de costos. El control de costos es un tema clave en la agricultura, en una situación inflacionaria. Gran cantidad de las pérdidas mencionadas aquí, dependen de la operación en el manejo de los materiales. Un pensamiento cuidadoso y una disciplina rígida pueden reducir costos y pérdidas. El reducir a la mitad las áreas de pastura y obtener la misma producción, o el duplicar la producción con la misma área es un buen objetivo que habrá que tomar en consideración.

#### 6. Estiércol.

Los objetivos para el manejo de estiércol, pueden ser establecidos de la siguiente manera:

## Objetivos Primarios

Limpiar las areas para evitar bloqueos mecánicos y reducir los riesgos de enfermedad.

Explotar el material producido. Por ejemplo, como fertilizante

## Objetivo Secundario

Como se trata de un material de gran volumen y poco valor, se usará en la granja para ayudar a alcanzar los demás objetivos a un costo mínimo.

Para lograr estos objetivos, es necesario tener una visión clara del sistema general de desechos y hacer una división del sistema en sus operaciones individuales, de modo que se pueda examinar cada paso lógicamente.

En las páginas siguientes se mostrarán los diagramas de bloques correspondientes al sistema de estiércol, así como los correspondientes a los sistemas de recolección y de distribución.

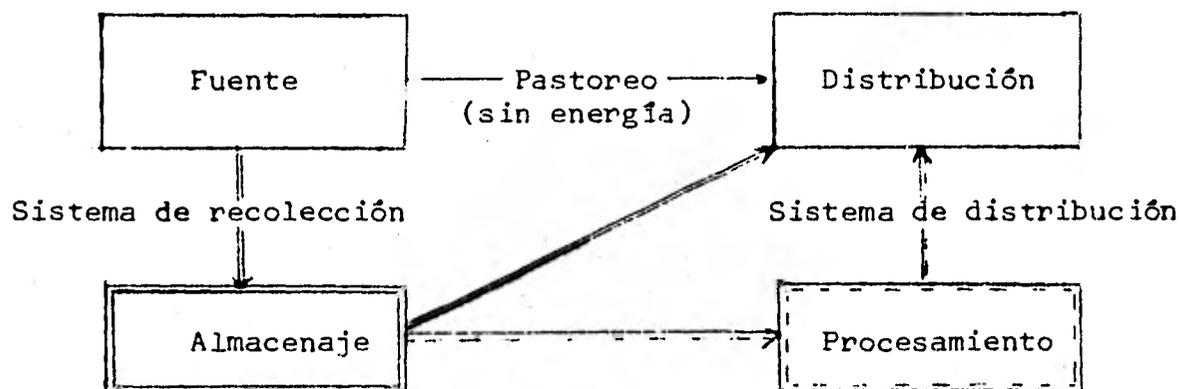


Figura 66. Diagrama de bloques del sistema de estiércol.

Notas sobre el diagrama de bloques del sistema de estiércol.

Fuente.

Existe una fuente de estiércol y orina. Lo que queremos saber es qué tipo de calidad y cantidad está involucrada y de qué forma y en qué lugar se produce.

Distribución.

Ese material tiene que venderse, depositarse o esparcirse en los campos. El método menos complicado y que menos energía consume es dejar al ganado pastar y dejar que ellos mismos lo tieren en el campo.

Almacenaje.

Si el ganado se concentra en algún punto, por ejemplo a la hora de la ordeña, se producirá estiércol, que tendrá que recolectarse y retenerse aunque sea por periodos cortos.

Procesamiento.

Es deseable la eliminación de fibra y la deodorización.

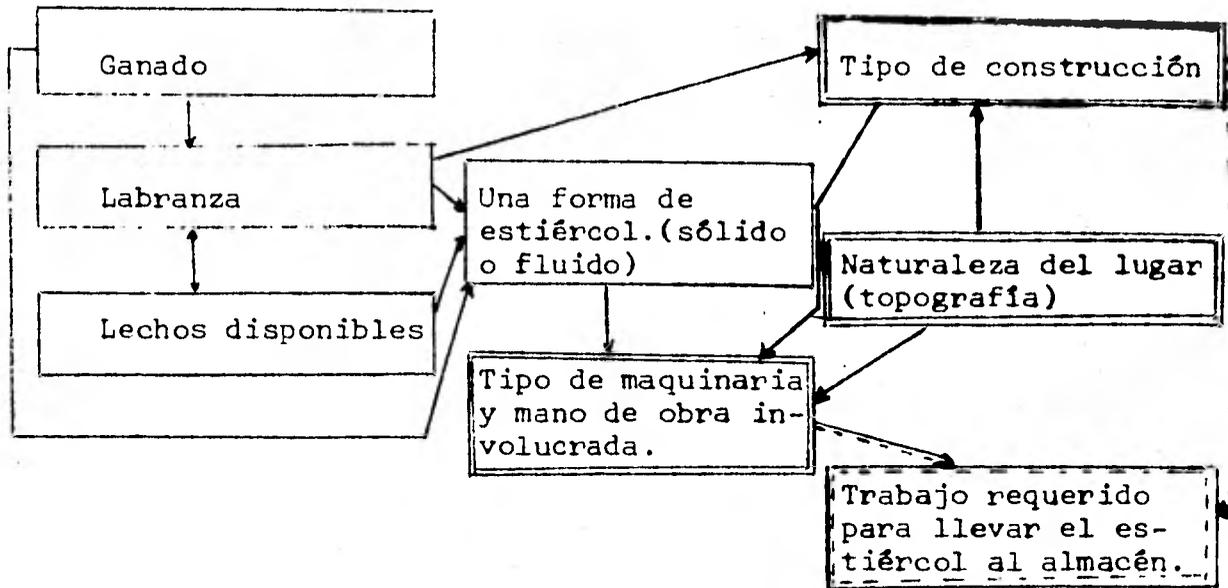


Figura 67. Diagrama de bloques para el sistema de recolección.

Notas sobre el diagrama de bloques del sistema de recolección.

La forma del estiércol dependerá del ganado (su tipo, edad y salud), de la labranza (el sistema y la dieta del ganado), y de los lechos (tipo, cantidad y manejo).

El trabajo necesario para almacenar estiércol dependerá de: Tipo de construcciones (por ejemplo, los pisos entablillados eliminan todos los requerimientos). y de la topografía del lugar.

Los tipos de maquinaria y mano de obra disponibles se verían afectados por lo siguiente:

Lo ideal sería poner al ganado sobre el sitio de almacenaje; por ejemplo sobre paja en campo abierto, o sobre un entablillado sobre un sótano de estiércol.

Las limitaciones serán, para el sistema de paja :

- a) La disponibilidad de lechos.
- b) Mano de obra y maquinaria invertidas en la colocación de lechos.
- c) El costo en area del sistema de lechos.
- d) El transporte de estiércol al sacarlo.

Para el sistema de estiércol fluido, las limitantes serán:

- a) Costo del entablillado
- b) Bombeo del estiércol.
- c) Ventilación bajo el entablillado.
- d) Densidad de ganado.

A medida que los sistemas se hacen más complicados, los límites para los sistemas de paja son más difíciles de cumplir y los de estiércol fluido se facilitan, aunque requieren de una planeación cuidadosa.

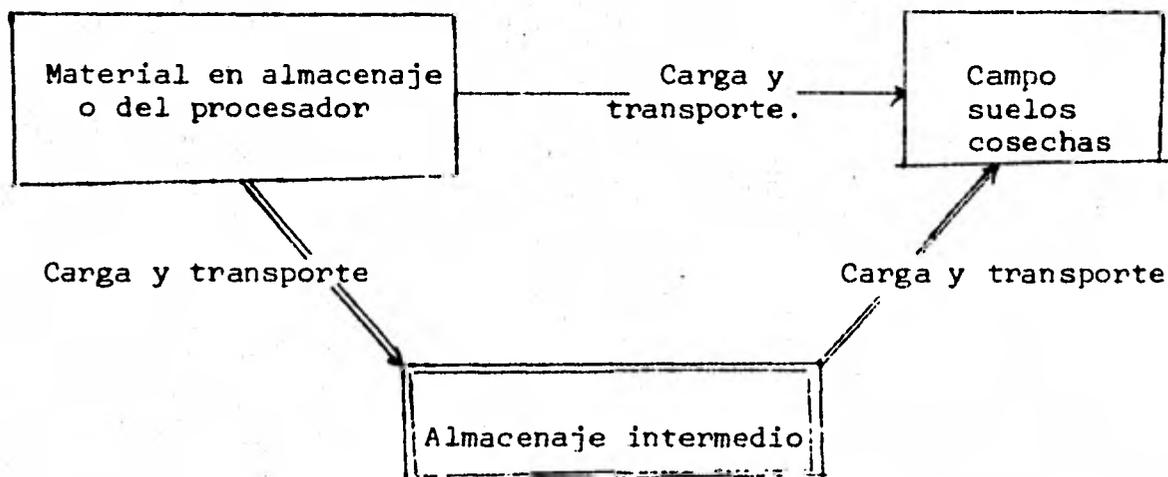


Figura 68. Diagrama de bloques del sistema de distribución.

Notas sobre el digrama de bloques del sistema de distribución.

El material en almacenaje puede ser pasado a un procesador y vuelto a depositar en otro almacén. La carga y el transporte son necesarios para llevar el material a los campos. En los campos, los suelos, las rotaciones de cultivos y la estación del año son importantes. Los elementos anteriores, pueden sugerir el uso de depósitos o almacenes intermedios en el campo.

Una fuente en el campo, duplica el trabajo invertido en la distribución y reduce el valor del material debido a la intemperie y al filtrado.

Aplicación.

Cargado de un aspersor de estiércol.

Se puede ahorrar mucho tiempo de carga si se usa el equipo adecuado, capaz de tomar las cantidades correctas de material, y capaz también de completar un ciclo rápido de carga.

El cargar los aspersores en la forma correcta aumentará la uniformidad de aspersion y la velocidad de descarga.

Los equipos de aspersores, cargadores y operadores, pueden ser organizados en varias formas. Para justificar la necesidad de un cargador separado, el equipo de aspersores deberá ser lo suficientemente grande para mantener ocupado al cargador por lo menos el 75 % de su tiempo. Una alternativa es usar un cargador con la capacidad suficiente para operar a gran velocidad, digamos en 3 o 4 minutos, entonces cada operador de as-

persor, podrá detenerse y cargar el propio aspersor. Este método tiene su mayor ventaja en el hecho de que brinda a cada operador la posibilidad de un cambio, sin depender de otro operador.

Una alternativa más barata es el usar un cargador con un tractor enganchado para jalar el aspersor. Una variación será el usar un cargador trasero de tractor, con un gancho posterior para jalar el aspersor. Esta unidad la puede operar un solo hombre con buena velocidad de trabajo y daños mínimos al tractor, las llantas y al suelo.

Cargado del estiércol fluido.

En operaciones a pequeña escala con ganado, podría ser posible amontonar poco a poco lo tomado en las estercoleras y colocarlo en el aspersor, siendo el aspersor en este caso el mismo almacén.

Los grandes depósitos sobre tractores o cargadores frontales, pueden manejar con facilidad el estiércol fluido. Se usan también los tanques aspiradores, así como los transportadores grandes, hasta de 40 cms. de diámetro que sirven para bombear estiércol con grandes partículas en su interior. Otra alternativa es el uso de bombas con trituradores internos para paja.

Para el vaciado de grandes lagunas, se puede emplear un cargador de tipo industrial, estacionado en la orilla.

Existen tanques que se cargan mecánicamente con un sistema de cangilones en la parte posterior, y se pueden apoyar en una rampa que entre a la laguna (figura 69).

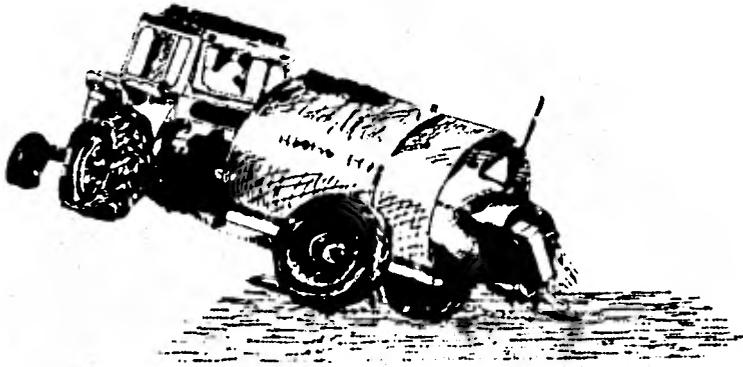


Figura 69. Procedimiento de vaciado de una laguna de estiércol.

### Inyección.

Sabemos que se pierde una cantidad importante del nitrógeno del estiércol abandonado en la superficie, y a eso hay que agregarle los problemas del olor.

Como método para manejo de estiércol fluido, la inyección puede:

- a) Reducir las pérdidas de nitrógeno a la atmósfera.
- b) Reducir el problema del olor.
- c) Permitir la aplicación a cosechas en crecimiento, sin manchar o infectar la hoja.

Pero, involucra el uso de equipos y tractores más caros y es más lento en el campo.

Debido al interés particular de eliminar los olores del estiércol fluido, se usa una alternativa a la inyección en la forma de barras de goteo, que fue desarrollada en la Universidad de Newcastle. Estas barras de goteo pueden ser construidas en el interior de tambores de irrigación, para irrigar la tierra con

estiércol fluido (figura 70),

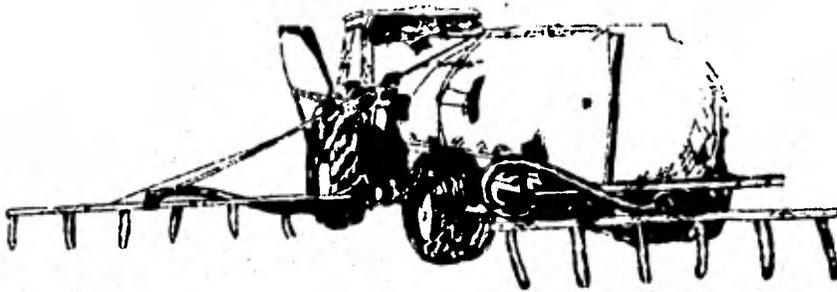


Figura 70. Irrigador por goteo.

#### Procesamiento.

Desde el punto de vista del manejo de materiales, el procesamiento es una operación cara, que debiera evitarse de ser posible. Sin embargo, la remoción de fibra puede facilitar grandemente algunos de los problemas de manejo, que aparecerían en el resto del sistema, como son:

- a) Reducir los requerimientos de almacenamiento de líquidos hasta en un 25 %.
- b) Eliminar la necesidad de agitación en almacenaje de los líquidos, así como hacer de la extracción por bombeo, un éxito.
- c) Mejorar la uniformidad de aspersion del líquido.
- d) Aumentar el valor del estiércol fluido, debido a que el nitrógeno se halla disponible al no tener que quebrar la fibra.
- e) Permitir el muestreo y análisis del material.
- f) Permitir la irrigación de las cosechas en crecimiento, aun cuando dicho proceso de crecimiento esté muy avanzado.
- g) Permitir el uso de la fibra removida para su venta

en forma de abono sólido normal agrícola.

### 7. Papas.

Las papas son un ejemplo de un material suelto de alto valor, que puede ser profundamente afectado por el mal manejo. El daño a los tubérculos, es el elemento clave en el manejo de la papa. Así que el enfoque económico, deberá partir del material que es la fuente de la ganancia. Este concepto en tiempos de precios altos y grandes ganancias, tiene gran importancia y ha llevado a la adopción de algunos sistemas de manejo muy caros. Ejemplo de ello son las cajas de madera en las que son entregadas en los propios mercados. Ese descuido en el control de costos, puede ser muy peligroso en el terreno financiero de la granja. Hay que recordar que aunque el valor de la cosecha justifique inversiones altas, existen límites.

No obstante las fluctuaciones en el mercado, existe un factor sobresaliente; a medida que los precios aumentan, los rechazos y las pérdidas debidas al daño y a la poca calidad de los tubérculos, disminuyen la ganancia obtenida por el agricultor. El extraer hasta la última pizca de material comercializable de cada hectárea ha sido siempre importante, aunque el significado de "comercializable" ha cambiado. Las pérdidas durante el proceso de cosecha y comercialización, pueden ser muy importantes, pero la historia comienza mucho antes de la siembra.

En una granja experimental en Gleadthorpe, Inglaterra se han realizado estudios que señalan el problema del daño a los tubérculos cuando son sembrados y cosechados en terreno pedregoso. Se sembró papa en terrenos protegidos y en no protegidos, obteniéndose la misma producción pero mucho menores daños en los primeros que en los segundos. El peso de las piedras levantadas con un aparato Grimme Stonematic se redujo en un 90 %. El daño a los tubérculos cosechados disminuyó del 40 al 27 % en los superficiales y del 17 al 9 % en daños profundos. Los números más bajos obtenidos, fueron logrados por una cosechadora Faun, con un 21 % en daño superficial y un 5 % de daño profundo. Existen dispositivos desempedrados para las cosechadoras, estos dispositivos son fabricados por la compañía Grimme para ser usados en la cosechadora Grimme Continental.

Una de las prácticas que ha crecido lentamente en años recientes, es que la selección de la cosecha en el campo, se ha trasladado al interior de las empacadoras, en donde se realiza la separación, limpieza y clasificación. Ahora en el campo la operación con la cosechadora es más sencilla, lo que reduce un conjunto de problemas, pero aumenta otro. El nuevo problema es la tierra y piedras amontonadas en el área de la línea de clasificación. Aun la eliminación de la tierra es un problema, pero el deshacerse de las piedras puede ser un verdadero dolor de cabeza.

El manejo de almacén tiene tres secciones principales en lo que a equipo se refiere; cargado, ventilación y descarga.

El uso de transportadores de cabeza giratoria, reduce

la formación de conos de tierra, existiendo un diseño que da una barrida total de la superficie, y produce una distribución uniforme.

Una forma de esquivar esos problemas, es el empleo de depósitos a granel o el almacenaje en cajas. Ese sistema puede ser totalmente mecanizado con la ventaja del control de medio ambiente. Para las operaciones de los montacargas, este enfoque es lógico, y no presenta cuellos de botella ni fallas desde el punto de vista de manejo de materiales. Es un sistema que ejemplifica el uso de los contenedores. Sin embargo, el sistema presenta dos serios problemas: las cajas son muy caras y desperdician espacio, lo que tiene un costo en cuanto a construcción. No obstante estas desventajas, los sistemas de manejo de cajas tienen uso en la cosecha de papa. Con los montacargas equipados con torres giratorias para trabajar con cajas, el giro controlado de las cajas puede ser muy útil para las operaciones de campo en la siembra o en la cosecha.

Dentro de construcciones de piso plano, la mejor solución para lograr bajos costos, altas velocidades de trabajo y poco daño a los tubérculos, es un gran cucharón en un cargador frontal o un montacargas.

En el momento de la siembra, la velocidad es importante y los agricultores tienen el problema de introducir la semilla, probablemente con brotes, a las máquinas a las velocidades requeridas. El uso de las cajas, es una manera de realizar este trabajo, pero el operador del montacargas debe tener una gran respon-

sabilidad, así como pericia para mantener los daños de los tubérculos dentro de los límites razonables. Con lo anterior se estarán manteniendo las ganancias, a base de un manejo sensato de los materiales.

#### 8. Plantas empacadoras.

No hay duda de que la clave de una operación exitosa de una empacadora, es el manejo eficiente de los operarios. La eficiencia depende de buenas condiciones de trabajo, de una atmósfera social adecuada, de metas de trabajo y de funciones de trabajo razonables. Después de esto, todo es cuestión de disciplina administrativa. Es importante recordar que el establecer los tiempos para lograr las metas adecuadas es parte importante para lograr un alto nivel de eficiencia.

La eficiencia va a resultar de una buena organización en las tres áreas siguientes:

a) El estudio del trabajo y de la Ingeniería de distribución, aplicada a la organización de la planta.

b) La presentación del trabajo (el análisis de lo que tiene que hacer cada operador).

c) La automatización.

Material de entrada.

Obviamente, la presentación del material de entrada afecta el tipo de ingreso a la línea y a su actividad.

El concepto básico de línea de empaque, involucra el acarreo de la cosecha desde los campos, con el poder humano concentrado en la línea de empaque dentro de las construcciones. La tendencia es acarrear tanto como sea posible a cubierto. Sin embargo existe una opción: en un extremo de la línea de empaque se puede manejar una muestra de papa, de una cosechadora automática directamente al almacén para su selección y clasificación, mientras en el otro extremo se podrían colocar lechugas en bolsas de polietileno, empaclarlas en cajas de madera y colocarlas en tarimas para su carga directa a los transportes de carretera, para su entrega al mercado.

Desde el enfoque del manejo de materiales, tiene sentido el dejar el material de desperdicio en el campo, para evitar su manejo y eliminación en la planta procesadora.

Distribución de la planta.

Se impone la aplicación del enfoque usado en el capítulo dedicado a la Ingeniería de Distribución, para desarrollar la distribución de la planta, con respaldo en la planeación. Para lo cual será conveniente seguir los pasos mencionados a continuación.

1º Obtener una idea global de la cosecha que se produce y del mercado al que se dirige. (Preparar las hojas de datos de Producto Cantidad para la cosecha y para el producto final).

2º Establecer un sitio y trabajar para obtener los detalles de los requisitos del proceso.

3º Establecer un informe ideal de recepción, proceso y

presentación del producto. A partir de lo cual se llegará a un término medio práctico.

4º Cuando esté establecida la ruta a partir de la materia, a través del proceso hasta el producto terminado, es cuando se requieren los detalles del proceso y de la maquinaria.

Hay que recordar:

El producto terminado	+	Los requerimientos del mercado para la velocidad de producción.	D I C T A N	→	La maquinaria, mano de obra y grado de automatización.
-----------------------	---	---	----------------------------	---	--

5º Planear la distribución incluyendo proceso y equipo.

6º Trazar las líneas de flujo en el interior de las construcciones.

7º Planear con ayudas visuales o modelos claros.

Todo lo anterior ayudará a evitar errores prácticos.

Las ayudas visuales más sencillas son las sobreposiciones en papel albanene, aunque hay otras alternativas que permiten una revisión práctica de cualquier cosa planeada.

Un método alternativo para obtener distribuciones probables, es el empleo de tarjetas cuadrículadas, que a veces es útil para empacadoras atestadas, en donde puede haber más de una línea de flujo. En este caso, el área del piso en el plano se marca con una tarjeta cuadrículada a escala, y las máquinas y las líneas son cortadas en tarjetas a la misma escala. Las piezas pueden ser movidas en la cuadrícula a posiciones alternativas que se pueden revisar fácilmente en forma visual o verificar en detalle, con la ayuda de la sobreposición de un diagrama de flechas

para mostrar el flujo de materiales para cada distribución propuesta.

#### Presentación del trabajo.

Existen varios niveles para la interpretación del término "presentación del trabajo". La atmósfera social, la precisión de los objetivos de trabajo, las condiciones físicas, etc. son importantes para establecer y mantener altos niveles de producción.

El material que fluye hacia un operador, demanda un movimiento diferente del ojo, que el material que cruza frente a él. Factores de este tipo pueden tener efectos importantes en la velocidad de trabajo, la fatiga y a su vez en la frecuencia de errores de selección.

Las consideraciones de este tipo son las que influyen en la forma de seleccionar los productos en una línea de empaque. Por ejemplo, se ha desarrollado una mesa rotatoria para la selección de vegetales, que es más fácil de cargar y mejora las velocidades de trabajo hasta en un 30 %. El fabricante de una máquina seleccionadora de papas, ha producido un selector de tubérculos que usa la capacidad experimentada del ojo humano y el cerebro y casi nada más. El apuntar con una "pistola" al tubérculo que se va a rechazar, es suficiente; la máquina hace el resto. El Instituto Escocés de Ingeniería Agrícola, tiene una herramienta similar que se toca como un xilófono. En este caso el operador sostiene una "vara" en cada mano y toca con ella los tubérculos que se rechazarán. Se pueden lograr producciones confiables

y consistentes en la región de las 3 o 4 toneladas por hora.

#### Automatización.

La automatización puede ser cara, pero puede aumentar enormemente las velocidades de trabajo, que antes eran con frecuencia los "cuellos de botella". El empaclado en bolsas y el pesado es una de esas áreas. Algunos ejemplos comerciales muestran ejecuciones notables y proporcionan ahorros de sobrepeso.

La Schrader Pneumatics ha proporcionado equipo neumático para una nueva pesadora automática de papas, desarrollada por la compañía Speedweigh Ltd. La unidad totalmente automática puede pesar 20 toneladas de papas en 8 horas y trabaja 24 horas al día si es necesario. Aunque fué diseñada originalmente para papas, puede manejar equivalentes como zanahorias, a velocidades hasta de 20 cargas por minuto. Disminuye también los costos de mano de obra, ya que, una vez puesta en movimiento, no necesita mayor atención. El rango de pesado de la máquina es de 1.5 Kg. a 12 Kg. con un máximo de 50 gramos de sobrepeso de pérdida. La unidad usa células de pesado y control electrónico de estado sólido. Tiene pocas partes móviles y se dice que no requiere mantenimiento. Puede ser lavada a manguera.

Un grupo de 35 agricultores instalaron una nueva línea de pesado y empaque, construida por Stepbest Packaging. El equipo puede pesar y empaclar 25 bolsas de 2.5 Kg por minuto. Un ahorro importante proporcionado por esta máquina, es el hecho de que los pesadores a mano, operaban con un margen de sobrepeso de más de 120 gramos por paquete de 1.5 Kg. contra 85 de la nueva línea. Es-

to significa 30 paquetes más de 1.5 kg cada uno por tonelada manejada. Como en la unidad Speedweigh, una ventaja importante es la reducción de sobrepeso, lo que subraya un principio importante del control industrial, dar al cliente la mercancía por la que está pagando, pero solo eso.

Lo anterior es una forma de controlar la ganancia en base al simple manejo de materiales, que es el objetivo fundamental de esta tesis.

C O N C L U S I O N E S

Como se dijo al principio de este estudio al hablar de las granjas que obtenían mayores ganancias: "Dichas granjas están logrando una mejor combinación de recursos y al mismo tiempo están controlando sus costos efectivamente".

La combinación de recursos se mejora mediante una planeación adecuada de actividades, y el control de costos se logra, entre otras cosas, mediante el manejo adecuado de materiales.

Como se habrá observado, la idea fundamental de este trabajo fué proporcionar un panorama general de la planeación agrícola, usando como elemento de análisis el manejo de los materiales. Se ha visto también que no se trata de la mera descripción de la maquinaria existente para mover los materiales, sino la proposición de un uso racional de ella.

El objetivo de este trabajo fué, el proponer la planeación de cada una de las actividades agrícolas de manera que no solo no interfieran unas con otras, sino que la ejecución de una actividad pueda servir como punto de partida a las siguientes en el proceso. Se trata no solo de aprovechar la maquinaria al máximo con los movimientos adecuados, sino también aprovechar los materiales que son manejados.

Para llevar a cabo lo anterior se estudian dos alternativas; 1o. Lo que llamamos planeación integral, o sea, partir desde la selección de un lugar para algún tipo de cosecha o actividad agrícola adecuada, o dentro de este mismo caso, seleccionar las actividades que se faciliten con una posición topográfica ya exis-

tente. Y 2o. Analizar la posibilidad de una replaneación de un lugar ya construido, en cuyo caso se deberá comenzar con un análisis de lo que hay y de su funcionamiento, para poder proponer las modificaciones y ajustes pertinentes.

En ambos casos, se deberá recurrir a un estudio serio y sistematizado, para lo cual se incluyen en este trabajo una serie de hojas de análisis. Estas hojas son: Producto-cantidad, Análisis Crítico, Producción de temporada y los Diagramas de Flujo.

Por otro lado, y como herramienta de análisis para la planeación, se estudian los planos físicos de la granja. Con estos planos se puede juzgar por medio de sobreposiciones, de análisis de circulaciones, y de la prioridad de las mismas, las ventajas, así como los probables conflictos que generaría un manejo determinado de materiales.

Con todo lo anterior en mente, se procederá a analizar las características del equipo de transporte adecuado para cada situación práctica de la producción. Aquí cabe mencionar que no solo el equipo cuenta, sino son los métodos de manejo y las características propias de los materiales, que van a intervenir en el proceso.

En resumen, se desea proponer los mecanismos adecuados de análisis, para poder partir de ahí a la selección de una distribución adecuada de construcciones -regidas por el tipo de material a manejarse y por los movimientos a efectuarse entre ellas- y solo después de lo anterior, poder seleccionar el equipo de transporte adecuado a la situación particular.

También se hace mención a manera de ejemplo, de diferentes materiales que se mueven dentro del proceso y se ejemplifica la forma de seleccionar los métodos y la maquinaria para llevarlo a cabo de la manera más conveniente.

Como complemento del análisis, se incluyen unas gráficas que sirven para el cálculo del número de remolques que se necesitan para recibir el producto proveniente de una cosechadora, evitando que dicha máquina pierda tiempo en su función.

Por último al ubicar el tema de esta tesis, vemos que se trata de la recopilación de una serie de elementos de análisis, útiles para la planeación agrícola. No obstante la gran importancia que este renglón tiene en la producción actual, considero que es solo una aportación mínima a la solución de los problemas del campo, los cuales incluyen los de tipo político, económico y social, cuya solución requiere más que una tesis.

No obstante lo anterior, considero que si esta tesis colabora a la solución del problema, el esfuerzo no ha sido estéril. Y aún no hemos dicho la última palabra.

B I B L I O G R A F I A

## B I B L I O G R A F I A

1. Butterworth, Bill. "Materials Handling in Farm Production".

Granada Publishing Co. Londres, 1979.

2. Seymour, John. "La vida en el campo". Editorial Blume

Barcelona España. 1979.

3. Seymour, John. "El horticultor autosuficiente". Editorial

Blume. Barcelona España. 1979.

4. "Anuario Latinoamericano 1980" La Hacienda

Diciembre 1979. North Miami Florida E.U.A.

Catálogos Comerciales 1980.

1. CEIR. Santander España.
2. Cortés. Alzuza (Navarra) España.
3. GRUMASA Valladolid España.
4. International Harvester México.
5. Massey Ferguson México.
6. Sperry New Holland México.

Nota : Las fotografías y los dibujos que ilustran esta tesis, fueron tomados de la bibliografía aquí mencionada.