

24  
2 ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

ANALISIS DE LOS FACTORES TECNICOS QUE  
INTERVIENEN EN EL PROCESO DE  
MECANIZACION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
DANIEL MORENO FRAYRE



DIRECTOR:  
ING. RAYMUNDO GOMEZ ORTA



## **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 está 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

I. INTRODUCCION

II. OBJETIVOS

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

IV. ANALISIS DE LOS FACTORES

4.1 Características del terreno

4.1.1 Acondicionamiento de áreas vírgenes

4.1.2 Acondicionamiento de áreas cultivables.

4.1.3 Características fisiográficas del terreno.

4.1.3.1. Pendiente

4.1.3.2. Profundidad del suelo

4.1.3.3. Características físicas del suelo.

4.2 Tamaño de la superficie a cultivarse.

4.3 Condiciones climáticas

4.4 Características del cultivo

4.4.1 Manejo agronómico

4.5 Planeación del trabajo.

4.6 Selección del equipo.

4.7 Organización del personal

4.8 Infraestructura de apoyo

4.9 Mantenimiento.

V. CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO.

## I. INTRODUCCION

El uso de maquinaria agrícola en la producción, representa una de las inversiones más importantes junto con el costo de la tierra, por lo que es relevante administrar eficientemente este recurso. En la actualidad la industria de la maquinaria agrícola cuenta con una gran variedad de tractores, implementos, máquinas especializadas, equipos autopropulsados, que permiten un alto grado de tecnificación en cultivos, como la caña de azúcar, algunos cereales, hortalizas, oleaginosas y algodón, cultivos que durante la mayor parte de su proceso de producción pueden manejarse de manera mecanizada. Esto ha permitido un desarrollo tecnológico y productivo, pero más relevante ha sido el desarrollo intelectual de los agricultores, los cuales han pasado de aquella situación en la que constituían la fuente de potencia para realizar las labores agrícolas, a la capacidad de controlar la potencia necesaria para la aplicación de una mayor cantidad de trabajo.

Muchas han sido las ventajas de poder mecanizar la agricultura, siempre y cuando este proceso sea realizado apropiadamente, por lo que es muy importante que cualquier proyecto de mecanización se base en el estudio de todos los factores ecológicos, socio-económicos y técnicos que permitan la aplicación de una tecnología apropiada para cada caso específico.

La elaboración de programas o proyectos de mecanización deben realizarse, apegados a las condiciones particulares de cada región, a fin de evitar la toma de decisiones que produzcan pérdidas de recursos de alto costo, como es el caso de la maquinaria. Son muchos los casos en los que la maquinaria agrícola que se adquiere, no cumple con los objetivos deseados, por no tener las características necesarias (tamaño, potencia, aditamentos, etc.) o no se consideran las necesidades técnicas, como la asesoría, servicios apropiados para la operación y el mantenimiento, además de la capacitación de los operarios y usuarios. Constantemente se presentan situaciones lamentables en las que algunos sectores campesinos que tuvieron la posibilidad de contar con equipo mecanizado para el trabajo de campo, tengan ahora que utilizar sistemas de trabajo tradicional (tracción animal) por la inadecuada operación de la maquinaria con que contaban, quedando el equipo sin funcionamiento por fallas a causa de la falta del mantenimiento normal, que se debe a diferentes razones como el desconocimiento de los servicios de mantenimiento o falta de refacciones así como de materiales, herramientas, equipo o personal operario eficientemente capacitado.

Así mismo, la adquisición y utilización de maquinaria agrícola incrementa los costos de producción significativamente los cuales no se recuperan o amortizan sin la adecuada administración, observándose regularmente su marcada subutilización y/o reducida vida útil. Por lo anteriormente mencionado, si se cuenta con la completa información técnica de los factores que deben

considerarse, y que afectan la mecanización de la agricultura, - así como de los cambios tecnológicos que implica, se contarán - con argumentos apropiados para tomar decisiones más viables en - cuanto a las perspectivas de desarrollo de la agricultura en - nuestro país y esto constituye en términos generales el tema central de este trabajo.

## II. O B J E T I V O S .

- 1.- Analizar los factores técnicos (medio ambientales, agronómicos, de operación, administrativos, etc.), que intervienen en un proceso de mecanización.
- 2.- Determinar la forma en que estos factores pueden afectar la implementación de Sistemas de Mecanización de Producción Agrícola.

### III.- REVISION BIBLIOGRAFICA

La mecanización en la agricultura, se refiere a la intensidad con que el hombre utiliza las máquinas para ejecutar tareas que los cultivos requieren. (Gómez G.C.). Desde los inicios de la práctica de la agricultura, el principal objetivo ha sido obtener la mejor y mayor capacidad productiva, generando con esto la creación de un gran número de técnicas para la producción.

Amplios conocimientos se han obtenido acerca de las relaciones que existen entre el medio ambiente y el desarrollo de las plantas, lo cual ha permitido identificar el efecto de diferentes factores como el clima y el suelo. También, se han detectado aspectos específicos como la fertilidad del suelo, la incidencia de plagas y enfermedades, la cantidad de luz que requieren las plantas, la temperatura, etc., como factores que influyen directamente en la producción.

Otro importante factor para la producción agrícola, es la fuerza de trabajo, la cual es el medio para realizar todas aquellas labores en el establecimiento y manejo de cultivos, lo que en un momento dado determina la superficie que puede ser sembrada, el tipo de cultivo que se puede establecer, o en caso contrario si de acuerdo a una determinada superficie de tierra con que se dispone y a la necesidad de establecer un determinado ti-

po de cultivo, es necesario considerar los requerimientos de -- fuerza de trabajo, que pueden ser producto de la mano de obra, - la utilización de tracción animal o mediante el uso de equipo mo torizado.

Históricamente, las actividades agrícolas se han realizado de diferentes maneras. Primeramente, a través del esfuerzo humano y el uso de herramientas manuales simples, posteriormente con el aprovechamiento de la tracción animal hasta llegar a la actual explotación de la energía mecánica por medio del uso de motores de combustión interna, que incluso han permitido la automatización de algunas labores. En esta época se cuenta con herramienta de trabajo, implementos y máquinas de gran diversidad en funcionamiento y capacidad, por lo que por medio de un adecuado análisis de todos los factores que pueden intervenir en un proceso de mecanización, es posible implementar los sistemas de trabajo técnicamente más adecuados.

La importancia que tiene el uso de maquinaria para algunas zonas agrícolas, es un índice de que el desarrollo tecnológico para la producción de alimentos es un proceso irreversible, ya que sería difícil alcanzar los niveles actuales de producción mediante el uso de tecnología tradicional no mecanizada. De esta manera resulta relevante la importancia de los trabajos relacionados con el uso de la maquinaria agrícola desde la selección de equipo, el diseño del mismo de acuerdo a condiciones específicas -

cas, capacidad y potencia, rendimiento de los equipos, además -- de la administración, a fin de obtener una dinámica fluida del sistema mecanizado.

La integración de maquinaria al campo mexicano desde -- inicios del presente siglo se ha realizado de manera ineficiente, existiendo a la fecha muchos problemas en diferentes regiones donde no se ha alcanzado un adecuado nivel de mecanización.-

La inestabilidad social durante la Revolución Mexicana la irregularidad en la tenencia de la tierra, los bajos niveles de producción en la primera mitad del presente siglo fueron obstáculos que evitaron el desarrollo de la agricultura en México, quedando al margen la implementación tecnológica.

En la década de los cincuentas, el gobierno federal estableció condiciones a la producción de maquinaria agrícola, por lo que la integración de máquinas al campo se intensificó en -- nuestro país, pero no lo suficiente para satisfacer los requerimientos, ya que las obras de irrigación que en la misma época -- se crearon, incrementaron significativamente la superficie de -- cultivo y la actividad agrícola, conjuntamente con otros factores como el uso de fertilizantes, plaguicidas, así como semillas mejoradas y otros cambios tecnológicos que estimularon la producción agrícola.

Después de la llamada Revolución Verde, y a fines de -- la década de los setentas y el gobierno a través del Ministerio de Agricultura se llevó a cabo el programa de "Mecanización al - Campo", en el cual se trató de dotar de equipo mecanizado (básicamente tractores) a aquellas zonas que contando con otros recur - sos, fuera indispensable el uso de la maquinaria. La dotación de equipo a través de los Distritos y Unidades de Riego y Temporal - se realizó de acuerdo a las solicitudes previas por parte de los productores.

Como alternativa para elevar el nivel tecnológico en el campo, este programa presentó deficiencias ya que no se contó - con la adecuada planeación en la adquisición del equipo, así co - mo deficiencias en la implementación del programa, trayendo como consecuencia la adquisición de máquinas de excesiva capacidad y - el rápido deterioro de los equipos, por lo cual se produjeron in versiones de baja rentabilidad. En cuanto a la implementación - del programa, la capacitación de operadores y usuarios resultó - ineficiente por lo que los equipos dotados quedaron en manos de - personal sin experiencia, ni formación, además de que no se con - tó con instalaciones adecuadas para el mantenimiento y almacena - je de la maquinaria. Aunado a esto, es importante considerar la - falta de infraestructura ya que en algunos casos se les dotó de - equipos que no contaban con el debido servicio en cuanto a técni cas especializadas para la reparación conjuntamente con la caren - cia de refacciones adecuadas.

La principal consecuencia observada durante la aplicación del programa fue en relación al rápido deterioro de algunos equipos, incluso por fallas relativamente sencillas quedando en muchos casos la maquinaria abandonada e inutilizada. Por otra parte, algunos equipos no se utilizaron adecuadamente al ser controlados por agricultores que hicieron poco intensivo su uso. Desde la misma adquisición de los equipos con que se realizó el programa, éstos carecían de las características adecuadas para las condiciones específicas de cada región, ya que el programa sólo contempló el uso de máquinas de gran capacidad sin considerar las limitantes particulares en áreas de cultivo, tipo de plantación, y sistema de producción.

De acuerdo con el V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970, existían 824,939 unidades de producción privada y 22,055 de ejidos y comunidades agrarias, las cuales ocupaban una superficie de 10'385,853 y 12'752,852 hectáreas respectivamente.

En el Cuadro 1 se observa que el número de unidades de producción privada de hasta 10 hectáreas es de 667,005 y que equivalen al 80.9 por ciento del total, ocupando una superficie de 1'721,013 hectáreas que corresponden al 11.1% del total de la superficie que abarcan dichas unidades de producción privada (10'385,853 hectáreas). Los promedios en superficie de 1,5 y 10 hectáreas son de 0.6., 2.8 y 7.7 hectáreas las cuales nos dan

una idea sobre el tamaño de parcela que predomina en nuestro país, por lo que de ser posible debería estar implementado su laboreo con maquinaria de baja potencia, y que contradictoriamente las características de los tractores que predominan en el campo en cuanto a potencia (Cuadro 2) el más alto porcentaje se refiere a tractores medianos y grandes. (Gómez J.R. 1987).

CUADRO 1

CLASIFICACION DEL TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION  
V. CENSO AGRICOLA, GANADERO Y EJIDAL EN MEXICO EN 1970.

Rango	PRIVADA			EJIDAL Y DE COMUN. AGRA.			Prom.
	has	Número	Sup. has	Prom.	Número	Sup. has.	
De 0.0a 1	281,095	166,090	0.6	13	8	0.64	
De 1.1a 5	285,973	788,234	2.8	48	167	3.48	
De 5.1a 10	99,937	766,689	7.7	72	572	7.94	
Subtotal:	667,005	1'721,013		133	747		
De 10.1a 25	80,288	1'339,695	16.7	297	5,645	19.00	
De 25.1a 50	37,455	1'381,663	30.9	801	30,710	38,34	
De 50.1a100	23,277	1'735,483	76.6	2,082	159,398	76,56	
De 100.1a200	10,977	1'591,814	144.7	3,906	583,635	149.42	
De 200.1a400	4,178	1'163,799	278.7	5,722	1'672,140	292.23	
Más de. 400	1,739	1'452,085	835.0	9,114	10'300,579	1,130.19	
Suma:	824,939	10'385,853		22,055	12'752,852		

Fuente: Gómez J.R. (1987).

Actualmente se considera que no existe la suficiente maquinaria agrícola para atender la superficie en producción, además de que aquella que está en operación se encuentra con un alto

nivel de desgaste.

CUADRO 2

CLASIFICACION DE TRACTORES POR SU POTENCIA Y NUMERO  
DE CILINDROS EN MEXICO.

TAMANO	No. DE CILINDROS	C.F. A LA TDF	No. DE TRACTORES	
Chicos	2 y 3	20-45	12,432	7.32
Medianos	4	46-80	135,013	79.53
Grandes	6	81-160 ó más	<u>22,322</u>	<u>13.15</u>
S U M A:			169,767	100.00

FUENTE: Gómez J. R. (1987)

Considerando para cada año un decremento del 10% por -  
desgaste, el parque de maquinaria existente en México a partir de  
1965 es: se puede observar que a partir de 1982, comienza a dismi  
nuir la cantidad de equipo existente en el país, tanto por la --  
suspensión de las importaciones, como por la disminución de la fa  
bricación nacional. (Cuadro 3)

Por otra parte, de acuerdo a la situación económica im-  
perante, el costo de adquisición de maquinaria es muy elevado, -  
resultando difícil su adquisición, mantenimiento y sustitución. -  
Debe tenerse presente que la mecanización agrícola es rentable si  
el uso de máquinas puede agregar un valor superior a los costos -  
de operación. (Gómez, J.R.).

En la actualidad, existe una gran diversidad de máquinas agrícolas cuyo diseño ha dependido de diversos factores en el desarrollo de la agricultura, pero fundamentalmente el principal objetivo de dicho desarrollo ha sido crear medios que permitan el incremento en la capacidad de trabajo por parte del hombre, al poder usar y controlar una determinada potencia en la realización de actividades que le permitan incrementar su capacidad productiva.

Contar con una diversidad de equipo mecanizado para, labores agrícolas, concede la posibilidad de evaluarlos en cuanto a sus características propias y así elegir aquellos que cuenten con las condiciones necesarias para la instrumentación de sistemas mecanizados de producción; ya que al realizar el análisis de los requerimientos en cuanto a potencia, tipo de labores y disponibilidad en el mercado, en comparación con los factores que influyen en la selección como son el tipo de suelo, clima, superficie, condiciones topográficas, tipo de cultivo, etc., se cuenta con elementos para elección del equipo más apropiado, que aporte los mejores beneficios, pues en muchos casos esto no ocurre ya que la mecanización no se ha implementado con la selección del equipo adecuado a las condiciones y sistemas de producción del país, sino que se ha tenido que adecuar el sistema de producción a las características de las máquinas, como es el caso de las máquinas importadas diseñadas para condiciones específicas de la agricultura del país de origen.

CUADRO 3

PARQUE NACIONAL DE TRACTORES. CONSIDERANDO UN DESECHO DEL 10% ANUAL, E IMPORTACION DE 79.151 TRACTORES HASTA 1965.

AÑO	FABR.NAL.	IMPORTAC.	ACUMULADO	10% DESECHO	EXISTENTE
1966	467	5,018	85,636	8,564	77,072
1967	1,917	5,010	83,999	8,400	75,999
1968	5,463	6,624	87,686	8,769	78,917
1969	5,059	6,427	90,403	9,040	81,363
1970	3,954	4,555	89,782	8,987	80,885
1971	5,051	3,427	89,363	8,936	80,427
1972	6,356	2,999	89,782	8,978	80,804
1973	6,545	3,176	90,525	9,052	81,453
1974	7,979	5,001	94,453	9,445	85,008
1975	10,652	12,561	108,221	10,822	97,399
1976	9,871	12,606	119,876	11,988	107,888
1977	11,821	12,000	131,709	13,171	118,538
1978	12,239	13,599	144,376	14,438	129,938
1979	15,020	20,434	165,392	16,539	148,853
1980	16,138	19,655	184,646	18,465	166,181
1981	18,806	4,963(1)	189,950	18,996	170,955
1982	13,393	1,965(1)	186,313	18,631	167,682
1983	7,881	-	175,563	17,566	157,997
1984	11,134	-	169,131	16,913	152,218
1985	12,775	-	164,933	16,499	148,494
1986	8,014	-	156,508	15,651	140,857
1987	3,406(jun)	-			

FUENTE: Gómez J., R. (1987)

La agricultura mexicana está llena de contrastes en lo que a mecanización se refiere, ya que existen regiones en las que utiliza un grado de mecanización altamente tecnificado y otras, -

en las que prevalece una agricultura de subsistencia, así, como - niveles de producción mixtos en los que se combina el uso de la - fuerza motriz con la de la tracción animal y el esfuerzo humano. (Gómez, J.R. 1987).

Si consideramos que con la aplicación de tecnología como la mecanización de las labores agrícolas, el uso de semillas mejoradas, fertilización, control de plagas, aplicación de métodos de conservación y manejo del suelo y agua, protección de las cosechas y otras labores culturales, se ha podido incrementar de manera importante la productividad en algunas regiones del Noroeste, Noreste y Centro del país, pero no ha sido suficiente para cubrir la demanda de alimentos que con el incremento de la población es cada vez mayor, por lo que anualmente es necesario importar considerables cantidades de alimentos, principalmente en lo que respecta a alimentos básicos.

Por otra parte, la mayoría de la población rural depende de una agricultura tradicional la cual se caracteriza por su bajo rendimiento y nivel tecnológico, constante deterioro de los recursos, producción de autoconsumo y tendencia al abandono.

Gómez (1987) prevee de acuerdo a lo anterior, la prioridad de aumentar la producción unitaria en las zonas de baja producción, ya que de seguir perdiéndose este recurso por su mal manejo, sería necesario incrementar la frontera agrícola, abriendo-

otras áreas al cultivo, las cuales se encuentran en zonas de reserva que constituyen los escasos recursos ecológicos del país.

La agricultura de temporal, que representa el 75% de la zona cultivable del país, en gran medida está determinada por las condiciones atmosféricas, condiciones que no pueden ser modificadas, por lo que el campesino expone sus recursos, al no contar con la seguridad de que las condiciones medio ambientales serán favorables. Bajo esta situación, es limitado el uso de insumos apropiados, provocando consecuentemente el decremento cada vez mayor de la producción. Esto también es causa de que la agricultura de temporal no genere recursos que permitan mejorar el sistema de producción.

El uso de maquinaria representa un factor determinante en el nivel de la producción agrícola, ya que si bien no influye directamente en el desarrollo de los cultivos, es el medio de trabajo con que se realizan todas las labores necesarias para su manejo. Por lo que, para mantener los actuales niveles de producción, es necesario contar con la capacidad de trabajo de la maquinaria agrícola, ya que si bien existen otras fuentes de potencia, como la tracción animal o el esfuerzo humano no es posible establecer algún nivel de comparación.

En las zonas agrícolas de temporal podemos encontrar en un buen porcentaje, suelos con características físicas adecuadas.

que permiten considerarlos mecanizables, siendo otras sus limitantes, en relación a poder utilizar maquinaria eficientemente, como en las zonas de minifundio o de alta parcelización en donde el promedio de superficie con que cuenta un agricultor está por debajo de las áreas necesarias para implementar sistemas de producción mecanizados, por lo que podrían buscarse alternativas como la organización de productores a fin de que unan sus tierras eliminando límites o divisiones para trabajar áreas compactas y de buenas dimensiones, con lo que se buscaría que al utilizar equipo motorizado este trabajara de manera más intensiva y eficiente.

La maquinaria agrícola no debe usarse aisladamente porque, como se indicó anteriormente, es sólo la fuerza de trabajo para el laboreo de cultivos, por lo que deben de utilizarse todos los insumos necesarios y adecuados para la máxima producción, ya que se podrían generar más recursos para mejorar el nivel de vida del productor así como la implementación de sistemas de producción mejor tecnificados.

El propósito de este trabajo es el de analizar los factores técnicos que son necesarios considerar para poder llevar a cabo un proceso de mecanización en la producción agrícola, determinando en cada uno de los casos la magnitud o en que medida limitan o permiten las posibilidades de mecanización de los sistemas de producción.

#### IV. ANALISIS DE LOS FACTORES

El éxito o fracaso de la actividad agrícola depende, -- desde un punto de vista técnica, del criterio que se siga en relación al sistema de producción a establecer y de la adecuada implementación del mismo, considerando las condiciones locales.

En cuanto al nivel tecnológico que puede desarrollarse éste estará en función del análisis económico, social y técnico, para así definir un proceso de tecnificación. Mientras que en lo referente al uso de equipo mecanizado, los factores que influyen en la selección de la cantidad y características de la maquinaria a utilizar son desde el punto de vista técnico diversos.

A continuación se analizará cada uno de estos factores- indicando en que medida afectan la aplicación de sistemas mecánicos para la producción agrícola.

##### 4.1 CARACTERISTICAS DEL TERRENO

En cuanto a este factor podemos identificar dos procesos diferentes: primero, el acondicionamiento o arreglo del terreno para su aprovechamiento agrícola, y segundo, el manejo propio del suelo para la producción.

El acondicionamiento del suelo se refiere a la modifica

ción de las características fisiográficas de una superficie determinada, la cual puede ser una área sin explotación (virgen) que debe ser incorporada a la producción agrícola, o un área de cultivo que requiere cambios para mejorar y/o variar su manejo.

#### 4.1.1.- Acondicionamiento de Areas Vírgenes (Desmonte)

Para este caso, las características del equipo que se puede utilizar depende en primer término del sistema de desmonte que se adopte, el cual puede ser mediante el corte y quema de la vegetación o mediante el uso de la fuerza mecánica para el arranque completo de plantas. El primer caso puede resultar más rápido y económico, dependiendo del tipo de trabajo que se requiera, ya que mediante la quema se pierde materia orgánica que puede incorporarse al suelo y si se busca un terreno apto para la labranza será necesario eliminar posteriormente tocones y raíces que pueden quedar como restos. Así también, para aquellos casos en que el terreno presente piedras o rocas, éstas deberán removerse mediante el uso de equipo motorizado con alta capacidad de arrastre. Con el uso de equipo mecanizado, el trabajo que se realice permitirá obtener un terreno más limpio y uniforme, ya que para estas labores se utilizan máquinas industriales de alta potencia.

Las características de la maquinaria utilizada en el desmonte en segundo término, dependen del tipo de vegetación que-

haya que remover y de la densidad de la misma, ya que si existen plantas arbóreas (bosque o selva) será necesario realizar un mayor trabajo, requiriéndose equipo de corte, carga, transporte y arrastre.

Otro problema que se presenta, es la eliminación de raíces y piedras para lo cual se requiere de alta potencia o sea equipo pesado de arrastre, aunque existen otros métodos para ello, como el uso de explosivos pero resultan poco comunes.

Las características de los equipos con que se realiza el desmonte difieren de las herramientas usadas para el manejo de cultivos, ya que más bien se trata de equipo pesado de tipo industrial para la construcción de obras civiles o equipo utilizado en la explotación de bosques, por lo que su uso se limita a labores específicas, no siendo válido considerarlo como equipo para la producción agrícola.

#### 4.1.2 Acondicionamiento de Areas cultivables.

El acondicionamiento de terrenos de cultivo se refiere al cambio de la estructura de una determinada superficie, considerando algunos casos como; nivelación de tierras, compactación de áreas de cultivo o creación de obras para riego. Tratándose de terrenos que se encuentran en uso agrícola, pero que por alguna razón es necesario realizar alguna labor de acondicionamiento, como por ejemplo, en las zonas de cultivo que se ven beneficiadas con infraestructura de riego, que requieren obras de nivelación, trazo de canales, drenajes, etc.

o en las mismas zonas de riego, donde por el uso intensivo es necesario corregir con cierta frecuencia la configuración del terreno, para lo cual se utiliza equipo especializado. Debido a lo anterior se considera inadecuado llamarlo equipo agrícola, ya que únicamente influye de manera indirecta en la producción.

#### 4.1.3 Características Fisiográficas del Terreno.

La maquinaria agrícola que debe utilizarse en los trabajos de producción deberá ser, primeramente, adecuada a las condiciones específicas del terreno en cuanto a pendiente, profundidad del suelo y características físicas del mismo.

##### 4.1.3.1 Pendiente

La topografía más o menos accidentada del terreno y otros elementos como el uso del suelo, condicionan las características de las máquinas que pueden utilizarse en una actividad agrícola. Refiriéndose concretamente a la pendiente o inclinación del terreno, se analizará de que forma influye este factor principalmente en lo que se refiere a la seguridad en las operaciones.

Si en condiciones particulares, el menor peso de las

ruedas delanteras del tractor por efecto de la tracción, iguala o supera la carga estática sobre dichas ruedas, la carga total sobre éstas se anula o se vuelve negativa (se dirige hacia arriba). En dichas condiciones las ruedas se separan del terreno alzándose la parte frontal del tractor, haciendo un giro sobre las ruedas traseras, girando rápidamente sobre si mismo y volcándose hacia atrás. Este fenómeno se presenta en los tractores ligeros, cortos, con enganche alto (de un solo punto) de tiro, bajo la acción de aumentos bruscos del esfuerzo de tracción y más fácilmente en el desplazamiento en terrenos con pendiente. (Figura 1).

Q = Peso del Tractor

G = Baricentro

F = Fuerza de Tracción

A = Punto de Aplicación

P<sub>i</sub> = Peso Eje Delantero

P' = Peso Eje Trasero

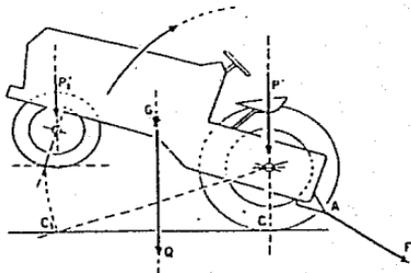


Figura 1.- Levantamiento de la parte delantera del tractor por efecto de la fuerza de tracción F y la posición demasiado elevada del punto A de tracción.

Tractores pesados, con baricentro (G) corrido hacia adelante, longitud más bien larga, barra de tiro baja y articulada por debajo de tractor, hacen que el levantamiento frontal del tractor difícilmente se presente. (Figura 2)

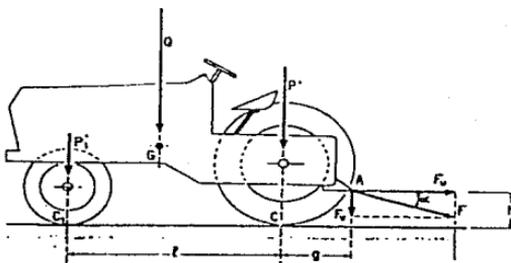


Figura 2.- Distribución de Fuerzas y Componentes que influyen en la tracción.

Con los sistemas modernos de enganche y en particular con el enganche de tres puntos es prácticamente imposible que el tractor gire hacia atrás durante el trabajo, porque constituye una especie de punto rígido que impide este efecto. (Figura 3) al tener conectado algún implemento.

Sin embargo, en el arrastre, hay que tomar en cuenta --

que el tractor puede levantarse. En dicho caso hay que procurar que el avance del tractor sea gradual operando con cautela el embrague. Además, el remolque no debe presentar impedimentos para el avance.

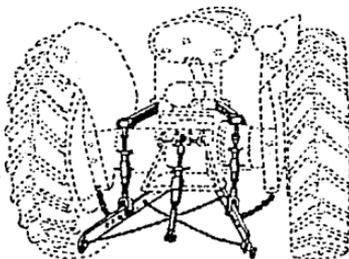
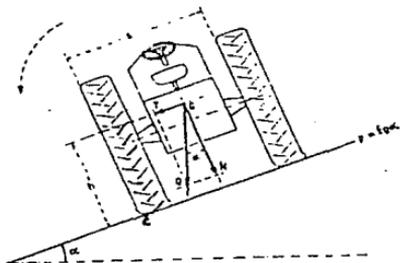


Figura 3.- El enganche de tres puntos impide o auxilia a que el tractor no se levante en su extremo delantero.

En terrenos con pendiente, siguiendo las líneas de máxima inclinación, es conveniente tener el implemento lo más bajo posible o en su defecto enterrado (arados, escarificadores, etc.) como una medida de seguridad. Especialmente en tractores con ruedas para pendientes muy pronunciadas.

Si el tractor trabaja sobre una superficie inclinada, siguiendo las curvas de nivel (trabajo a través) su estabilidad transversal es un problema fundamental por el peligro de las volcaduras laterales alrededor de la parte de los neumáticos situadas aguas abajo (Figura 4).



- S= Ancho de trocha
- h= Altura de baricentro
- H= Componente vertical de Q.
- T= Componente horizontal de Q.

Figura 4.- Estabilidad transversal del tractor con trochas, sobre un terreno inclinado con pendiente  $p = \text{tg } \alpha$

Haciendo el análisis de las fuerzas que se presentan en el desplazamiento del tractor en un terreno con pendiente, tenemos que; si  $p = \text{tang } \alpha$  es la pendiente del terreno,  $s$  el ancho de trocha y  $h$  la altura del baricentro del tractor (Figura 4), la estabilidad está asegurada si la rotación alrededor del punto  $C$  de la fuerza estabilizante (componente  $N$  del peso  $Q$ ) es superior o igual al momento respecto a  $C$  de la fuer-

za de volcadura (componente  $T$  del peso  $Q$ ). Lo cual se prueba cuando:

$$P \ll \frac{s}{2h} \quad (\text{pendiente máxima})$$

Como se ve, la seguridad para trabajar sobre pendientes pronunciadas requiere que  $s$  sea grande y  $h$  pequeño: por lo tanto tractores anchos y bajos son adecuados para trabajos en zonas de pendiente (Figura 5).

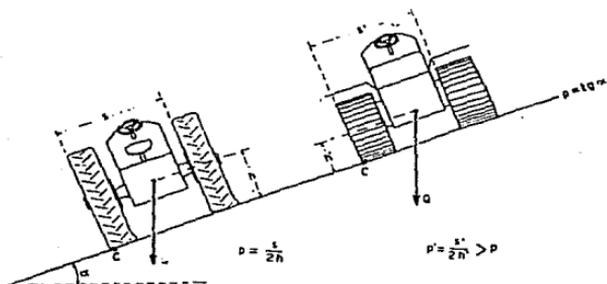


Figura 5.- La estabilidad del tractor de oruga es superior (en igualdad de condiciones) a la del tractor de ruedas a causa de la menor altura del baricentro y de la mayor trocha.

Generalmente cuando se ara transversalmente a la pendiente, el prisma del suelo es lanzado en el sentido de la mis-

ma, hacia abajo o hacia arriba, si el suelo volteado queda en la parte baja, las ruedas del tractor que se encuentran en el mismo sentido avanzan dentro del surco, por lo tanto el peligro de que el tractor se vuelque se incrementa por que su inclinación se vuelve mayor que la del terreno; y esto aumenta cuando mayor es la profundidad de trabajo.

Además de la pendiente ( $p = \tan \alpha$ ) del terreno respecto al eje horizontal, se debe considerar la  $p_1 = a/s = \tan \beta$  del tractor respecto al terreno (Figura 6) causada por la profundidad  $c$  del surco.

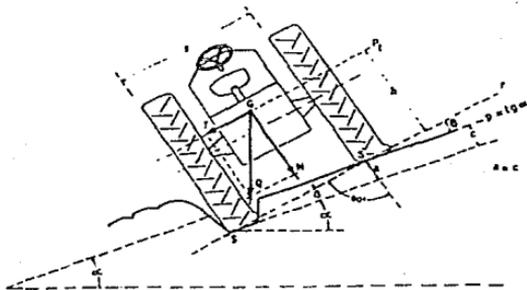


Figura 6.- La estabilidad transversal del tractor durante el trabajo de aradura sobre el terreno inclinado disminuye a causa de la profundidad del surco en el que se colocan las ruedas situadas aguas abajo, delantera y trasera.

La pendiente del tractor (pt) respecto al eje horizontal resulta por lo tanto:

$$p_t = \tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta} = \frac{p + p_1}{1 - p p_1}$$

Si se considera insignificante el factor  $p p_1$  (producto de las dos pendientes de orden de algún centésimo) puede escribirse simplemente, con aproximación:

$$p_t = p + p_1$$

Nótese, que actuando así se opera con ventaja para la estabilidad.

Pero, debiendo ser en el presente caso  $p_t \ll s/2h$ , se tiene, con aproximación

$$p \ll \frac{s}{2h} - p_1$$

es decir, más o menos:

$$p \ll \frac{s}{2h} - \frac{a}{s} \quad (\text{pendiente máxima})$$

en la que  $p$  resulta menor respecto al valor dado por la fórmula de una cantidad  $a/s$  que, para  $p$  constante, varía proporcionalmente con la profundidad  $g$  del surco (y frecuentemente puede

identificarse con c/s)

El límite de la pendiente del terreno para la estabilidad de los tractores, en las araduras ordinarias según las líneas de nivel, debe en práctica, ser siempre mucho menor que los valores precedentes calculados.

Puede considerarse que esté alrededor del 25-28% para tractores de ruedas, que trabajan en labores de aradura con las ruedas de surco en sentido de la pendiente hacia abajo y alrededor del 50-60% para los tractores de orugas que trabajan sobre terrenos no roturados. Para reducir el peligro de volcadura se necesitarían tractores de ruedas con eje móvil con dispositivo para desplazar verticalmente las ruedas (como en el caso de las cosechadoras, trilladoras para laderas) (Figura 7). Con dichos medios un tractor de ruedas puede trabajar sobre las curvas de nivel en terrenos con pendiente llevadas a 40-50%.

Contra el peligro de levantamiento frontal del tractor o volcamiento será necesario contar con dispositivos de seguridad como alarmas luminosas o con sonido que indiquen las pendientes máximas de trabajo (es el caso de las cosechadoras trilladoras para laderas).

Por último, es importante considerar el equipamiento de los tractores con cabinas de seguridad para proteger al conductor en caso de volcaduras.

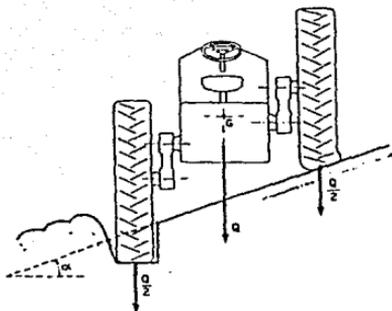


Figura 7.- El tractor con ruedas motrices con eje móvil, puede trabajar (en particular en araduras de traves con --ruedas de aguas abajo en el surco) manteniendo una --posición normal también sobre superficies que tienen una elevada pendiente transversal.

#### 4.1.3.2.- Profundidad del suelo.

Considerar la profundidad que tiene un determinado terreno que se cultiva o desea cultivar es importante en diferentes aspectos. Agronómicamente, la profundidad del suelo determina el manejo que debe darse al mismo, como el sistema de explotación, tipo de cultivo, etc., en conjunto con otros factores.

En suelos, donde la capa arable es mayor a la profundidad de trabajo de las diferentes labores, generalmente se establecen cultivos diversos ya sea para la producción de granos, raíces o tubérculos, siendo posible remover el suelo en la preparación de la sementera. Pero en el caso donde los suelos cuya capa arable es superficial, el establecimiento de cultivos se limita, así como el tipo de labores, ya que los trabajos profundos o que remueven excesivamente el suelo pueden producir la pérdida o contaminación de la capa cultivable.

Las labores para preparación de terreno en suelos profundos generalmente se realizan mediante implementos que remueven el mismo, volteando prismas para cambiar la estructura hasta los 30, 40 cm. o más. Esto trae consigo muchas ventajas agronómicas, siendo la labor inicial en muchos casos para preparar la cama de siembra, para lo cual es necesario aplicar una determinada cantidad de energía por unidad de superficie, de acuerdo al volumen de suelo manejado y la cantidad de labores realizadas.

En terrenos con suelo somero donde la cubierta fértil no permite un excesivo laboreo, es importante considerar que el tipo de implementos a utilizar deberán tener características propias en cuanto a poca penetración, por tanto poco peso y consecuentemente se requería baja potencia de arrastre, ya que no se tiene que voltear la capa arable. De esta manera igualmente-

se eliminan labores secundarias las cuales solo son necesarias cuando el suelo es arado a profundidad.

Los implementos para trabajar en dichos suelos serán diferentes a los utilizados en suelos superficiales, principalmente en el caso de herramientas para la preparación primaria, así como también la necesidad de potencia variará, o en su defecto la cantidad de trabajo en suelos profundos será mayor que en suelos someros, ya que si comparamos la labor de aradura con arado de discos, que generalmente es usado para voltear el suelo, con un arado de puntas o cinceles que unicamente fragmentan el suelo superficialmente, trabajando con el mismo tipo de tractor, se podrá observar que la velocidad de la labor con un arado de discos es menor así como el ancho de trabajo, en comparación a la labor con el arado de puntas, la cual se puede realizar con un ancho de trabajo mayor y/o a mayor velocidad, por lo que la cantidad de energía utilizada por unidades de superficie cambia, siendo mayor para el laboreo del suelo profundo y menor para el caso de suelos someros.

#### 4.1.3.3.- Características Físicas del Suelo.

La velocidad de desplazamiento del tractor en las labores de preparación del terreno, o sea aquellas labores donde se requiera manejar un volumen determinado de suelo, dependerá de varios factores: de las características físicas propias del suelo, el tipo de herramienta utilizada (labor) y la potencia dis-

ponible. De acuerdo al tipo de labor que debe llevarse a cabo, es necesario conocer el comportamiento del terreno, para elegir el implemento adecuado, así como los requerimientos de potencia que permiten cumplir con la labor de la forma y en el tiempo requeridos.

De acuerdo a su composición, textura y porcentaje de humedad, el suelo presenta una cierta resistencia para modificar su estructura, definiéndose como la fuerza de tiro necesaria para que el tractor pueda desplazarse en el terreno, tirando un implemento el cual se encuentra enterrado a cierta profundidad y con un determinado ancho de trabajo (arados, rastras, subsuelos, cultivadores, etc.)

La fuerza de tiro se incrementa cuando el suelo está demasiado húmedo (mayor densidad y menor tracción) o seco (agregados consolidados) haciéndose esto más notorio en el caso de los suelos de textura arcillosa. El esfuerzo mínimo parece ocurrir en el rango de humedad que produce una consistencia friable del suelo. El desarrollo radicular, el contenido de materia orgánica y la profundidad de la operación ocasionan una variabilidad adicional.

De esta manera, la cantidad de potencia para realizar labores en suelos de textura arcillosa varía en comparación al-

laboreo de un suelo de textura arenosa, del mismo modo que el equipo que se debe utilizar.

Para labores donde se trata de modificar la estructura del suelo es necesario contar con una capacidad de tiro suficiente para evitar retrasos en las labores, sobre carga en el equipo, además, de ser equilibrada a fin de que no existan excedentes que se desperdicien.

La capacidad de tiro de labores se define como la fuerza requerida por área de sección transversal de la acción del implemento, expresado, en potencia (HP, KW, CV); por ejemplo, si un arado de tres discos con diámetro de 26 pulgadas, trabaja con un ancho de corte de 0.76 m., a una profundidad de 0.2 m y una velocidad de 4 km/hr en un suelo pesado con buena humedad. ¿Qué potencia es necesaria para realizar la labor?

Las características del suelo determinan la potencia de tiro requerida a probarse mediante el siguiente planteamiento.

$$\text{Potencia (KW)} = \frac{\text{Fuerza} \times \text{velocidad}}{368}$$

En el caso de arados; donde KW = la potencia requerida en la barra de tiro.

El valor para la tracción se tomó del Cuadro 4, que ha sido predeterminado de acuerdo a los tipos de suelo, valores -- aproximados que pueden variar en relación a las condiciones par- ticulares: Tomando los valores del ejemplo:

$$KW = \frac{1590 \times 4}{368} = 17.28$$

obtenemos un requerimiento de potencia de 17.28 KW para condi- ciones de suelo pesado. Si varía el valor de la tracción, consi- derando un suelo ligero y manteniendo la misma velocidad de tra- bajo, el valor de KW requerido será:

$$KW = \frac{530 \times 4}{368} = 5.76$$

por lo que al disminuir la tracción (de un suelo pesado a un - suelo ligero), variando las condiciones del suelo para realizar la labor, los requerimientos de potencia disminuyen, de esa ma- nera se trata de indicar la importancia que tiene el conocer el comportamiento físico del suelo, siendo un elemento que sirve - en la selección del equipo agrícola para la implementación de - sistemas de trabajo mecanizado.

Cuadro 4

RESISTENCIA DEL SUELO A LA TRACCION			
Operación	kilogramos de tracción/metro de ancho	Velocidad típica km/hr	kilovatios en la barra de tiro por metro de ancho
Aradura	(profundidad 20 cm)		
Gumbo	1890	6.4	33
Arcilla	1590	6.4	28
Limo	1440	7.2	29
Limo arenoso	1060	8.0	23
Arena	530	8.0	11.7

Fuente: Wendel, B. (1977)

#### 4.2 TAMAÑO DE LA SUPERFICIE A CULTIVAR

Conociendo la superficie que debe ser trabajada, se cuenta con otro elemento importante que sirve para elegir las características del equipo agrícola para realizar las labores de cultivo. Mientras mayor sea la superficie a cultivarse, se requiere de equipo con más capacidad, y en el caso de pequeñas extensiones, es más recomendable hacer uso de maquinaria de baja potencia, buscando la selección más económica en cada caso.

El mercado de la maquinaria agrícola ofrece gran variedad de tractores en cuanto a su potencia, motocultores de 6 u -

8 HP hasta los grandes tractores de más de 100 HP, por lo que es posible elegir el equipo que cubra las necesidades de cada explotación, sin embargo, un agricultor que cuenta con una superficie de 4 hectáreas de cultivo y teóricamente requiere una potencia de 35 HP para cubrir sus necesidades de trabajo, debe adquirir él solo el tractor y equipo, por lo que debe de contar con mayor capital para cubrir esta inversión. Pero resultaría más económico si por medio de una organización varios productores adquirieran un determinado equipo que fuera de uso común y de esta manera la inversión se pudiera dividir entre ellos.

En otro caso, si se conoce la superficie que debe ser cultivada y el tipo de cultivo que debe establecer se podrá elegir más adecuadamente la cantidad y el tipo de equipos necesarios, ya que si se deben de trabajar por ejemplo: 10 hectáreas con un cultivo de alfalfa, la cual puede permanecer 5 años o más como monocultivo, la cantidad de tractores y el tipo de máquinas para este cultivo serán diferentes a los requeridos en una superficie igual pero para un cultivo de maíz forrajero en la época de primavera-verano y avena para forraje en otoño-invierno.

Para el caso de la alfalfa no será muy importante tener equipo para la preparación del terreno, pero si será necesario contar con equipo de corte, henificado, recolección y empaque. Por el contrario para el sistema de producción maíz-avena será

importante contar con equipo para la preparación del terreno ya que en cada ciclo se tendrá que realizar esta labor, así como - la siembra y la cosecha.

Al conocer la superficie del terreno que debe trabajarse es necesario también tomar en cuenta la configuración del mismo, ya que mediante el uso de maquinaria es importante considerar las partes largas o angostas, de una parcela, las partes bajas y altas, además límites, para de esta manera planificar las actividades, pues mediante el uso de maquinaria resulta más rápido y eficiente un trabajo donde existan la menor cantidad de tiempos accesorios, como giros, traslados, etc., tratando de aprovechar al máximo el trabajo continuo de las máquinas.

#### 4.3.- CONDICIONES CLIMATICAS.

Los elementos atmosféricos determinan el clima, el cual a su vez es uno de los principales factores que caracterizan a las zonas agrícolas, por lo que al conocer estos se puede realizar una actividad agrícola acorde a la presencia de los diferentes elementos como las lluvias, heladas, temperaturas, granizadas, etc., así, se pueden comparar los requerimientos de los cultivos con el tipo de climas a fin de adecuarlos a las mejores condiciones para el aprovechamiento de su máximo desarrollo.

Una agricultura caracterizada por el clima en México, es la llamada de temporal, la cual está supeditada a la presencia más o menos abundante de lluvia durante el verano, por lo que de acuerdo al tipo de cultivo que se desea establecer, es indispensable determinar las diferentes etapas de su ciclo de producción, como son: la preparación del suelo, fecha de siembra, fertilización etc.

La manera más precisa de conocer la presencia de los diferentes elementos climáticos es a través de la acumulación de datos en las estaciones meteorológicas, las cuales mediante sus registros, indican las características y frecuencias con que se pueden presentar las lluvias, nevadas, heladas, los cambios de temperatura, etc.

Ahora, si de acuerdo a las condiciones climáticas se establece un tipo de cultivo, es necesario conocer de manera precisa el tiempo disponible para realizar las diferentes actividades, las cuales presentan características particulares para cada caso, ya que por ejemplo en una zona de temporal, se cuentan con mucho tiempo para llevar a cabo la preparación del terreno, pero para el caso de la siembra y aplicación de fertilizantes o de algún agroquímico, estas labores deben de realizarse en lapsos de tiempo específicos y de manera más tempestuosa, ya que para obtener un desarrollo uniforme del cultivo, las fechas de

siembra no deben alargarse, además de que para algunas zonas, los períodos óptimos de siembra son limitados debido a lo largo del ciclo del cultivo. Otra labor que también debe realizarse con intensidad (corto tiempo) es la cosecha, ya que hay que aprovechar el punto óptimo de madurez o contenido de humedad, con la finalidad de obtener la mejor calidad y/o evitar posibles pérdidas.

De tal manera que mediante el conocimiento preciso de la disponibilidad de tiempo por las condiciones atmosféricas y los requerimientos del cultivo e incluso por costumbre de trabajo de la gente, se cuenta con elementos importantes para determinar la cantidad de maquinaria necesaria (potencia, velocidad) y las características de las mismas (ancho de trabajo, tipo de rodamientos, capacidad de cosecha, etc.), que permitan cubrir las labores oportunamente.

Como ejemplo de acuerdo al estudio de Reyna T.T. (1978) en cuanto a la precipitación, el régimen de lluvias de Cuautlan en verano, es decir, que la época lluviosa se concentra básicamente de mayo a octubre en tanto que durante el invierno precipita una cantidad mínima (menor del 5% del total anual) de aquí que se considera una estación seca.

Como se indica en el Cuadro 5, A y B, las tormentas más

intensas sufridas en la zona, se presentan durante los meses ca racterísticamente lluviosos (de junio a octubre). El valor más alto en 24 hrs., se registró en julio de 1958, llegando en esta ocasión a 68.0 mm. de precipitación.

Considerando los valores promedio de lluvias en 24 hrs. puede indicarse, en general, que los meses de junio, julio y agosto son los de lluvia más intensa, por lo que serían los menos disponibles para el trabajo de campo con maquinaria.

En relación al número de días con lluvia apreciable, -- el mes con mayor número de días lluviosos es agosto, seguido de septiembre y junio, por lo que se deben considerar como días po co disponibles para ejecutar trabajos en campo.

El uso de cronogramas permite, para condiciones específicas, calendarizar las actividades de producción de los cultivos, y relacionándolos con las características climáticas del lugar, se pueden conocer las limitantes en cuanto a tiempo que pueden presentarse en una área determinada, un ejemplo de esto sería la producción de maíz forrajero de temporal en los Valles Altos, donde dicho cultivo presenta ciertas condiciones de mane jo, que se representa en la Figura 9.

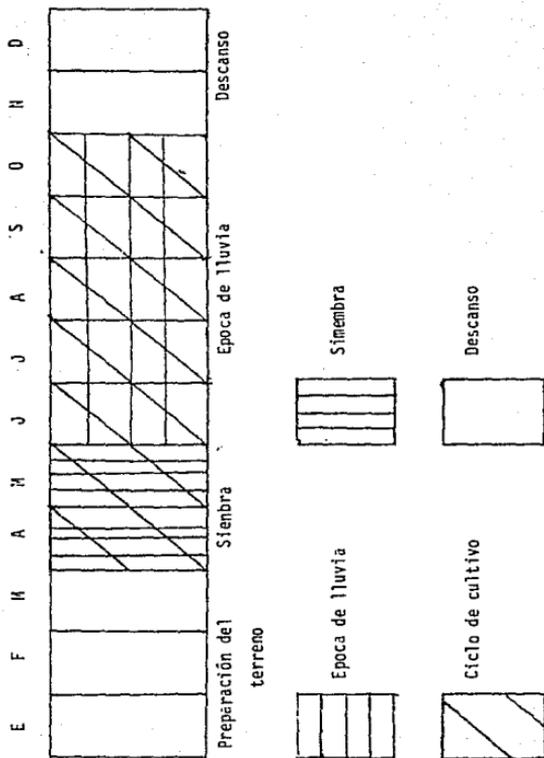
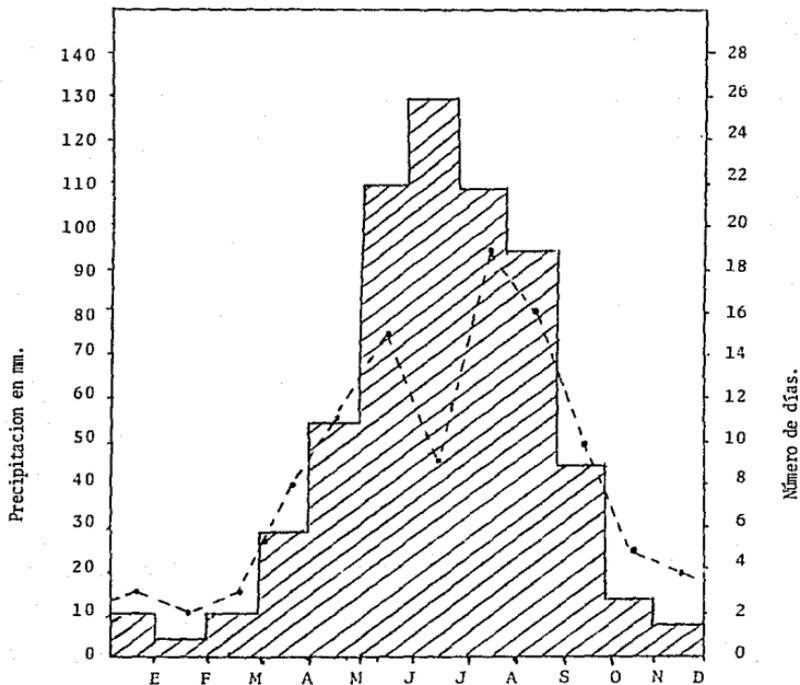


Figura 9.- Cronograma de cultivo de maíz para zonas de temporal en Valles Altos.

Figura 8.- Precipitación anual y número de días con lluvia apreciable en Cuautitlán, Edo. de México.



Fuente: Reyna T, T.(1978).

CUADRO 5

POSIBILIDAD DE LLUVIAS, PROMEDIOS DE PRECIPITACION MENSUAL Y ANUAL  
Y DIAS DE LLUVIAS EN CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO.

Cuadro 5-A Probabilidad de lluvia

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Precip.	9.9	3.8	10.3	28.5	53.0	108.4	128.9	108.6	92.9	42.7	11.5	6.1	605.2
Prob. %	27	26	28	44	41	41	38	38	38	34	31	29	44

Cuadro 5 -B Lluvia en 24 horas. Días con Lluvia apreciable e inapreciable

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Lluvia máx. en 24 horas	23.2	25.0	25.6	38.0	35.5	47.3	68.0	62.0	60.0	42.0	19.34	34.2	68
Ocurrió día-año	18/58	20/70	9/66	9/57	19/58	29/68	23/58	25/60	18/66	14/59	13/73	14/58	23/7/58
Promedio lluvia Max. en 24 hrs.	3.7	3.5	6.0	14.0	13.7	29.4	28.1	24.9	27.8	21.8	8.1	4.5	29.4
Días con lluvia Apreciable	3	2	3	8	11	15	9	19	16	10	5	4	105
Días con lluvia Inapreciable	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5

FUENTE: Reyna T.T. (1978)

Las condiciones climáticas igualmente deben de ser ---- consideradas en relación a la selección de equipo para los casos en que las condiciones de trabajo sean extremas, ya que para zonas en donde la temperatura de trabajo es muy baja, es importante conocer que tipo de motor funcionará más adecuadamente a los tipos de problemas que pueden presentarse por condiciones de trabajo extremas (alta o baja temperatura). En las zonas de alta precipitación, las condiciones del terreno exigen el uso de rodamientos o medios de tracción especiales para los vehículos como tractores, remolques, cosechadoras, como en la cosecha de arroz donde es necesario trabajar en terrenos con excesiva humedad, siendo necesario, la adaptación de orugas o bandas especiales que permitan un adecuado movimiento bajo estas condiciones.

#### 4.4 CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

El tipo de producción de una empresa determina las características de su equipo agrícola, ya que si bien las herramientas que se requieren para la producción de forrajes (alfalfa - por ejemplo) en cuanto a equipo para laboreo de la tierra pueden ser similar al que se utilice en donde se producen gramos (maíz o trigo), no es lo mismo para el caso de las máquinas utilizadas en la siembra, manejo, protección y cosecha de los cultivos. Las labores de preparación del terreno pueden considerarse comunes - para todos los cultivos, ya que en todos los casos el objetivo es similar, esto permite que los implementos para tales labores sean de características parecidas. Anteriormente era muy común - que en la compra de un tractor agrícola se adquiriera al mismo - tiempo, herramientas básicas como arado de discos, rastra de discos y sembradora en hileras, siendo un equipo que para la producción de maíz resultaba útil. Con el incremento en la diversidad de cultivos, y el aumento en la tecnificación de los sistemas de producción, la industria de la maquinaria agrícola ha creado una importante variedad de máquinas capaces de eliminar la necesidad de usar otro tipo de forma de trabajo. Actualmente varios cultivos se consideran como totalmente mecanizables, tal es el caso - de algunos cereales, el maíz, los forrajes, algodón, el tomate - de tipo industrial, la remolacha y la papa, existiendo en muchos casos máquinas especializadas en una labor pero con gran capacidad de trabajo.

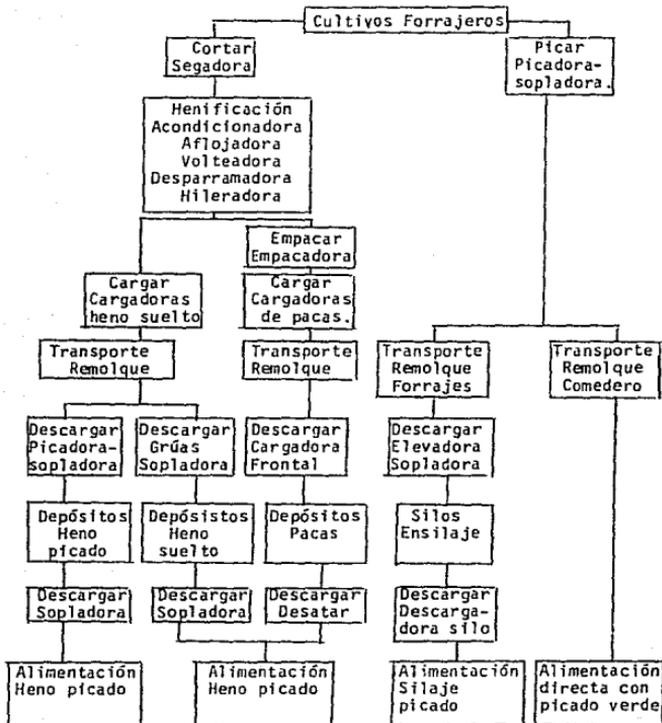
La producción de forrajes es una actividad en donde -- existe mayor diversidad de máquinas, especialmente para la cosecha por lo que en la selección del equipo debe conocerse claramente el tipo de manejo que se le dará a la producción.

Para producir forrajes se pueden tomar varias alternativas respecto a la cosecha, ya que por ejemplo en el caso de la alfalfa es posible manejar la cosecha mediante varios procedimientos. Esto de acuerdo a los objetivos de la producción, ya que se puede obtener forraje fresco o forraje deshidratado así como a su vez poderlo procesar para otro manejo más específico como la formación de pelet.

En el Cuadro 6 se presentan los pasos que puede seguir el manejo de la producción de forraje existiendo diferencias en el tipo de máquina que se utilizará para cada proceso.

Por otra parte el tipo de cultivo es un elemento importante en relación a la selección de la maquinaria agrícola porque mediante esto se determinará la cantidad de potencia requerida, por lo que concierne a la cantidad de labores y tipo de las mismas, pues si se compara un cultivo de alfalfa con otro de avena forrajera, en el primer caso la necesidad de trabajo puede ser menor pero más frecuente, no así para el caso de la avena donde solo hay momentos de alta demanda de trabajo como es en la

CUADRO 6 METODOS DE COSECHA DE FORRAJES.



FUENTE: Berlijn J.D. 1983.

preparación del terreno, siembra, así como en el momento de la cosecha donde es necesario manejar elevados volúmenes de materia-verde o seca; por lo que aunque se trate de dos cultivos forrajeros, al variar su forma de desarrollo, varía su manejo y por lo tanto la maquinaria requerida para cada caso será diferente.

Así también, dentro del mismo proceso para la producción de forraje henificado puede variar el tipo de máquinas a utilizar si consideramos que la recolección puede realizarse por medio de enfardadoras, emparbadoras o incluso ser recolectado por peletizadoras.

Dentro de la fabricación de máquinas agrícolas, generalmente éstas se han diseñado de acuerdo al manejo de los cultivos, en sustitución del trabajo que se realiza manualmente, e incrementando la capacidad del mismo, pero para algunos casos en donde la maquinaria que se adquiere está diseñada para condiciones diversas de producción, puede presentarse el caso donde sea necesario modificar dicho sistema y adecuarlo al funcionamiento de la máquina como en el caso de la distancia entre hileras, densidad de plantas variedades utilizadas, etc. Por esto, al planear la adquisición de equipo agrícola es preciso conocer claramente el sistema de producción que se desee implementar para analizar las características de cada proceso y realizar la mejor selección posible de equipo.

#### 4.4.1 Manejo Agronómico.

En este concepto se contempla un análisis del sistema de producción donde en un mismo tipo de cultivo y en condiciones similares se pretende obtener el mismo nivel de producción mediante sistema de cultivo diferente. En lo que se refiere a la preparación del terreno esta labor puede variar en cuanto a intensidad. Cabe señalar los diferentes sistemas de laboreo que en los últimos tiempos se han ido ensayando e implementando sin alcanzar aún una amplia difusión.

En términos generales se reconocen tres sistemas de laboreo del suelo:

- a). Laboreo convencional
- b). Laboreo mínimo
- c). Cero labranza, donde para cada sistema se siguen diferentes criterios.

a). Laboreo convencional. En este sistema la preparación del terreno que se pretende es mediante el cambio de la estructura del terreno, a una determinada profundidad (que en algunos casos entre mayor sea se considera mejor) para lo cual se deben realizar varias operaciones.

1. Subsolco. Labor poco frecuente que pretende romper la capa compacta del subsuelo, (piso de arado) se realiza a

una profundidad de hasta 70 y 80 cm.

2. Aradura. En esta labor se corta una prisma de suelo el cual es invertido buscando diferentes objetivos, como la disgregación del suelo, cubrimiento de restos vegetales, exposición de agentes, patógenos, etc., 3.- Rastreo. Labor que tiene por objeto fraccionar y homogenizar los agregados que se formaron durante la labor previa, lográndose esto mediante uno o dos pasos de la misma labor de acuerdo a las condiciones del suelo.

4. Emparejamiento. Actividad que es poco común pero que sirve para uniformizar el terreno antes de la siembra. Para este sistema es necesario utilizar un paso con el tractor para cada labor, por lo que al quedar preparada la cama de siembra - si consideramos todas las labores antes mencionadas el tractor ha pasado por cuatro ocasiones en cada lugar. Se trata del sistema más comúnmente usado.

b). Laboreo mínimo: bajo este sistema se pretende eliminar pasos del tractor en el terreno, utilizando máquinas combinadas que con un mínimo de pasos realizan todas las labores - necesarias, por ejemplo; una barra porta herramientas con subsoadores y arados de reja fijos, implemento mediante el cual se pueden realizar dos labores en un solo paso. Otra combinación puede ser una estructura que cuente en una primera sección con cinceles, seguidos inmediatamente con arados rotativos y al fi-

nal surcadores, con lo que el terreno queda preparado y conformado para la siembra en un solo paso. Existen otras máquinas más equipadas en las que se realizan simultáneamente la preparación, y conformación del suelo así como la siembra y aplicación de algún producto químico o fertilizante en una sola pasada con lo se elimina un importante número de pasos de maquinaria si se tuviese que utilizar un sistema de labranza tradicional.

c) Cero laboreo: para este caso el criterio que se considera es el de evitar remover el suelo a fin de no alterar su estructura física y biológica, por lo que se han modificado algunos equipos de siembra con herramientas que únicamente abren el espacio donde se depositará la semilla y los fertilizantes, en un terreno sin ningún trabajo previo. Esto permite que en un solo paso de maquinaria quede establecido el cultivo. Del mismo modo se obtiene otro beneficio como el ahorro de energía al eliminar labores y por lo tanto una reducción en los costos.

Como se puede observar en cada uno de los sistemas descritos anteriormente el objetivo que se persigue es similar ya que se trata de una u otra forma acondicionar el sitio donde se desarrollará el cultivo, por lo que al elegir el sistema automáticamente se define el tipo y la cantidad de máquinas que deberán utilizar. La elección del sistema de laboreo es producto de otros factores técnicos agronómicos en cuanto al desarrollo del cultivo en condiciones dadas o por otra parte con finalidad económica,

donde al reducir el uso de maquinaria, disminuyen los costos de producción.

Si se compara el sistema de labranza convencional con el sistema de mínimo laboreo, las características de trabajo que se obtienen son diferentes ya que en el primero al realizarse cada labor se modifica sustancialmente la estructura del suelo, obteniéndose material suelto que puede conformarse con facilidad, se controlan de forma mecánica algunas malezas, además de lograrse una estructura no compactada, propicia en el desarrollo del cultivo. Caso contrario es el sistema de cero labranza, en donde el establecimiento del cultivo debe complementarse con otras labores para el combate de malezas y prescindir de suelo mullido para la conformación de surcos en labores de escarda, por lo que de acuerdo a las características de desarrollo y manejo del cultivo la selección del sistema de labranza y del equipo para llevarla a cabo se debe analizar conjuntamente con otros factores agronómicos como el desarrollo radicular, competencia de malezas, fechas de siembra, etc.

Otro ejemplo respecto al manejo del cultivo es en la producción de forrajes donde para el caso de la alfalfa, las máquinas que utilizan en su cosecha varían en relación a los objetivos de la misma. Si se trata de cosechar el forraje en fresco es suficiente contar con una máquina cosechadora de corte y lanzado, pero si se trata de obtener forraje henificado, el equipo requeri

do sería máquinas de corte, equipo para volteo e hilarado así como recogedoras y empacadoras.

De esta manera se trata de ilustrar la importancia que tiene el manejo del cultivo como un factor de consideración en la selección de maquinaria ya que pueden evitarse problemas como -- cuando se adquieren máquinas que no cuentan con la capacidad necesaria o que no realizan las funciones, por lo que se convierten en equipos obsoletos e inversiones inútiles.

#### 4.5 PLANEACION DEL TRABAJO

La importancia que tiene la planeación del trabajo agrícola en relación a la creación del parque de maquinaria para una determinada explotación, es que de acuerdo al análisis conjunto -- de varios factores, se organicen las actividades de trabajo en -- cuanto a tiempos y espacios.

Si de acuerdo a las condiciones medio ambientales, la -- cantidad de superficie, tipo de cultivo, manejo del mismo, se -- crea una determinada organización que permita realizar las opera -- ciones con la mejor eficiencia, se deberá tener en cuenta todos -- los factores que puedan afectar la capacidad de trabajo.

La planeación del trabajo deberá permitir el cumplimiento de todas las labores necesarias en el manejo del cultivo, de --

manera oportuna y económica, mediante el control de aquellas ---- actividades que por su propia naturaleza representan pérdidas de tiempo, reducción en la eficiencia, bajo aprovechamiento en la capacidad de las máquinas, excesivo consumo de combustible, etc. - Por lo que en la planeación de trabajo se deben considerar diversos aspectos para la operación y selección del equipo agrícola. - Todos estos aspectos son producto de la experiencia misma del uso de maquinaria, que dentro de cualquier proceso de mecanización deben de ser analizados, ya que sus efectos pueden regularse a través de la adecuada planeación, y ejecución de cada actividad.

a). Uso parcial de la capacidad; La forma en que se opera una máquina determina que tanto de su capacidad potencial está realmente en uso, observándose comunmente en el aprovechamiento máximo del ancho de trabajo o en la potencia disponible. - Si una labor de rastreo se realiza con un equipo que cubre 4 m. de ancho de trabajo, pero en cada paso hay una sobreposición de 0.25 m., tiene una pérdida del 6% de su capacidad, por lo que para cubrir una hectárea en vez de recorrer solo 2500 m., tendrá -- que hacer un recorricio de 2667 m. Una cosechadora de forraje que tiene un cabezal de corte de 2.35 m., pero que por mala operación sólo se utilizan 2.15 m., está desperdiciando 0.2 m., de sección de corte en cada paso, o sea un 10% de su capacidad de trabajo. - Si una cosechadora de grano debe realizar la descarga de su tolva trasladándose hacia la orilla de la parcela por no contarse con - equipo de transporte que pueda desplazarse dentro de la parcela -

para que la cosechadora realice la descarga simultáneamente, se incrementará de manera sustancial el tiempo de la labor. Estos son solo algunos ejemplos de como una operación inadecuada puede afectar la capacidad de trabajo de las máquinas.

b). Procedimiento de llenado; Las labores en que se realiza la aplicación o distribución de algún producto, requieren de tiempos importantes para la recarga de tolvas, cisternas, depósitos, etc. Esta actividad puede significar un alto porcentaje de pérdidas en tiempos, principalmente cuando se manejan grandes extensiones o volúmenes. En estos casos es muy útil el uso de equipos auxiliares de carga, ya que durante una labor de aplicación de algún herbicida por ejemplo, si se cuenta con un aspersor con un depósito de 200 litros y la superficie a asperjar es de 25 hectáreas con una dosis de 150 litros de mezcla por hectárea, de acuerdo a las características del equipo, sería necesario realizar 18.7 recargas del depósito y por lo tanto los tiempos necesarios para el traslado, llenado y preparación de mezcla podrían eliminarse con otro equipo para el transporte y preparación previa de la mezcla, y así tener el producto que se esté aplicando en el lugar de trabajo para realizar la recarga lo más rápido posible. Otro caso se presenta en la aplicación de fertilizantes, en los que las tolvas de los equipos tienen una capacidad limitada, si se trabaja en grandes extensiones, es recomendable contar con equipo auxiliar para el transporte del material a la zona de trabajo, evitando de tal forma los traslados para la recarga.

Otra alternativa para eliminar los tiempos perdidos por recarga, sería el usar equipo con tolvas o depósitos más grandes, lo que en algunos casos no es muy recomendable por lo difícil que resultaría maniobrarlos, su alto costo o excesivo peso, además de que también pueden causarse daños por compactación del terreno o en caso de suelos con mucha humedad tener problemas de tracción.

Contando con equipo auxiliar de recarga, es posible mantener el depósito del equipo de aplicación con producto, tener - que esperar un vaciado total, realizando de tal forma una distribución más uniforme. Al contar con material de recarga próximo al lugar de trabajo se puede rellenar los depósitos al final de un recorrido para así evitar que se interrumpa la uniformidad de la aplicación cuando el producto que se está aplicando se agote - antes de finalizar un recorrido.

c). Procedimientos de descarga: Los porcentajes de tiempos perdidos por operaciones de descarga son importantes, principalmente en aquellos casos en que no se cuenta con el equipo adecuado para realizar la operación sin interrumpir la labor (cosecha, trilla, pisca, picado). Una cosechadora de forraje, (ensiladora) requiere de remolques que pueden trasladar el producto rápidamente y así poder estar disponibles para transportar más material y evitar que la máquina cosechadora interrumpa su operación. En las zonas productoras de caña de azúcar se pueden observar distintos sistemas de descarga del equipo de transporte, ya que en -

la época de zafra es importante realizar la cosecha en el menor tiempo posible, lo cual puede implementarse a través del uso de cosechadoras de caña y mediante la combinación de remolques de rápida descarga o incluso con la utilización de camiones comunes los cuales son descargados rápidamente con el uso de grúas; de esta manera se trata de mantener el equipo de cosecha en trabajo continuo. En la cosecha mecanizada de grano las pérdidas de tiempo por descarga se pueden eliminar virtualmente con máquinas combinadas que descargen sobre la marcha, para lo cual es necesario contar con una coordinación adecuada entre operadores, lo cual puede lograrse con el uso de equipo de intercomunicación (entre cosechadora y transporte de carga).

d). Tiempos de viraje y condiciones del campo; la disminución del número de virajes se puede lograr aprovechando la configuración del terreno, mediante el trazo de las líneas de trabajo a través de la porción más larga, así como también mediante la planeación de los espacios necesarios para las maniobras.

Un viraje normal en un extremo del campo es aquel que se puede realizar mediante un movimiento continuo, para lo cual se requiere del espacio suficiente para eliminar maniobras. Si no hay espacio en los extremos del campo para los virajes y la operación completa debe realizarse retrocediendo, el tiempo de viraje puede ser más del doble. Otra causa de pérdidas de tiempo en relación a las condiciones del terreno son la presencia de con

diciones sinuosas u obstáculos (zanjas, canales, bordos, etc.).

e) Desatascamiento de máquinas; se presentan 3 motivos--- más comunes por los cuales pueden existir atascamientos de las - máquinas.

- Sobrecarga: o sea tratar de hacer más que para lo -- que esta diseñada una máquina.
- Falta de mantenimiento adecuado; ya que pueden existir componentes con demasiado desgaste, falta de calibra - ción o ajuste recomendado.
- Uso de las máquinas en condiciones inadecuadas; esto - se refiere a aquellos casos en que existe demasiada -- humedad en el terreno o cuando se realiza una trilla - y el grano tiene un elevado porcentaje de humedad.

El porcentaje de pérdidas de tiempo a causa de atasca -- miento, de llegarse a presentar pueden ser extraordinarias, máxi - me, si tomamos en cuenta que por los mismos motivos, las máquinas pueden sufrir daños considerables. Pero sin embargo la necesidad - de desatascamiento puede evitarse al 100% con una adecuada opera - ción, dentro de las especificaciones propias de la máquina.

f) Hacer ajustes; todas las máquinas requieren de cier -

tos ajustes, y estos varían conforme cambian las condiciones de trabajo o el estado de desgaste de la máquina. Como a lo largo de una misma labor pueden variar las condiciones de trabajo, en ocasiones es necesario realizar ajustes diarios a las máquinas.

En el caso por ejemplo de una cosechadora de granos, don de al inicio de la labor por la mañana, el grano cuenta con un ni vel de humedad mayor que en el transcurso del día, por lo que -- los ajustes deben realizarse a través de la jornada de trabajo.

g) Reparación por averías; generalmente no se puede predecir cuando una máquina fallará, pero muchas averías que pueden presentarse en el trabajo de campo pueden evitarse cuando se rea liza una adecuada operación del equipo, lo que implica realizar, - el chequeo constante, el mantenimiento adecuado, además de un - manejo cuidadoso y precavido, pues una falla que se presente en - épocas críticas puede significar retrasos y por lo tanto pérdidas importantes.

h) Servicios de las máquinas; las actividades de mante-- nimiento requieren de un tiempo importante e inevitable por lo - que deberán de estar provistas de todos los equipos y herramien-- tas necesarias a fin de que no se excedan los tiempos asignados, - así como de llevar a cabo la programación más recomendable, ya - que, por ejemplo, si un tractor que cuenta con 985 hrs. en horó-- metro y se presenta una temporada de mucho trabajo (cosecha), po dría ser más recomendable realizarle el servicio de las 1000 hr. - antes de iniciar dicha temporada, que tener que esperar que el -

tractor cumpla dicho período y así detenerlo para realizar el mantenimiento, por lo que se podrían aprovechar los tiempos de baja-actividad.

i). Paradas para descansar; el trabajo de campo aunque-- se realice con maquinaria, es un trabajo pesado, principalmente - por las condiciones de calor, polvo, etc., en que se lleva a cabo, siendo a su vez un trabajo que requiere de la máxima atención - por lo que los descansos evitan el agotamiento de los operadores. El tiempo asignado a los descansos pueden ser menos importantes- en relación a que se produzcan demasiados tiempos perdidos, si se combinan con la realización de otras actividades como ajustes, --descargas o recargas, mantenimiento, etc.

j). Cambios de operadores; en labores intensivas donde - es posible mantener un trabajo continuo se presenta la necesidad- de realizar el cambio de operadores (para cubrir diferentes tur - nos), lo cual no representa grandes pérdidas de tiempo si el cambio de personal se realiza en el campo mismo, ya que de otra forma, si es necesario trasladar la máquina al lugar donde se encuentra el otro operador, las pérdidas serán más considerables.

k) Verificación del funcionamiento de la máquina; el -- tiempo destinado a verificar el funcionamiento de las máquinas en campo es poco significativo si consideramos los problemas que pueden presentarse o las pérdidas que puede ocasionar por dejar de -- realizar algunas acciones. Acciones tales como no detenerse oca--sionalmente y verificar la calidad del trabajo, buscar el origen

de algún ruido extraño u observar alguna pieza suelta o en mal -- estado.

1) Programar el uso de máquinas que no combinan; para -- combinar las máquinas en un sistema de trabajo, es importante se -- guir el principio de aumentar la capacidad de cada operación.

Cada máquina involucrada en pasos sucesivos en el siste- ma de trabajo necesita aportar una mayor capacidad que la máquina precedente. Si dentro del sistema, la máquina que está proporcio- nando un tercer paso en el mismo tiene una capacidad menor que las máquinas involucradas en los dos primeros pasos las otras máquinas -- están sin uso la mayor parte del tiempo y considerando el alto -- costo del uso de las mismas, la operación resultaría antieconómi- ca, un ejemplo de este sistema puede ser la cosecha mecanizada -- de la caña de azúcar cuando se cuenta con un frente de corte que- cosecha 100 ton/hora, un sistema de transporte con una capaci- dad para trasladar 130 ton/hora, y siendo la capacidad de molien- da en el ingenio de 150 ton/hora. Por lo que de acuerdo al siste- ma no se deberían de presentar retrasos en el proceso de cose -- cha.

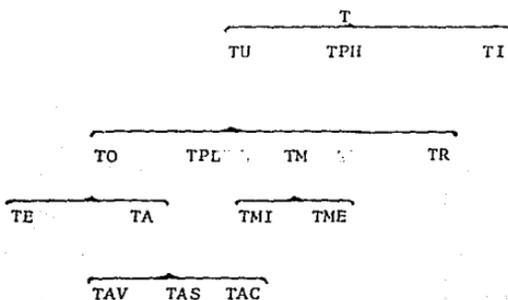
De esta forma se trata de ilustrar los diferentes aspec tos que pueden tomarse en cuenta en relación a la planeación de- un trabajo agrícola mecanizado, que posiblemente no comprenda ca- sos muy específicos de algún sistema de producción, pero que tra-

ta la importancia que tiene la organización en el trabajo.

El elemento más importante dentro de la organización del trabajo es el conocimiento de la distribución de los tiempos, con lo que se puede evaluar la cantidad que ocupa cada actividad y así buscar alternativas que permitan modificar aquellas labores que por el elevado gasto en tiempo utilizado en ellas resultan muy costosas, y que en su defecto pueden eliminarse, de acuerdo con la opinión del responsable.

Una forma de organizar los tiempos asignados en cada labor puede ser, identificando la característica de cada actividad realizada dentro de dicha labor, como se señala a continuación (cuadro 7).

Cuadro 7.- Clasificación de los tiempos de trabajo



Donde: T = tiempo total de la labor

TU = tiempo útil

TPH = tiempo de preparación del equipo

TI = tiempo de traslado

TO = tiempo operativo

TPL = tiempo de ajustes en campo

TM = tiempo muerto

TR = tiempo de descanso

TE = tiempo efectivo

TA = tiempos accesorios

TMI = tiempos muertos inevitables

TME = tiempos muertos evitables

TAV = tiempos accesorios por giros

TAS = tiempos accesorios por recargas

TAC = tiempos accesorios por ajuste o mantenimiento.

A través de un registro de las labores en las que se contabilicen los tiempos de cada actividad, será posible analizar la forma de eliminar o reducir aquellas actividades improductivas. Por ejemplo, en relación al esquema anterior, podría ponerse más atención para evitar los tiempos muertos (T.M), tratar de combinar los tiempos de descanso (TR), con los asignados a los tiempos accesorios (TA) por recargas, ajustes o mantenimiento para que se realicen estas actividades en el mismo lapso de tiempo.

De esta manera se recalca la importancia que tiene la organización dentro de la planeación del trabajo agrícola.

#### 4.6 SELECCION DEL EQUIPO

La selección propiamente dicha de la maquinaria agrícola, es la conjugación de otros factores en relación a las características de las máquinas. Dicho de otra forma, la selección es el punto donde convergen por un lado los aspectos agronómicos de los cultivos y por otro, las características técnicas de las máquinas, ya que, después de conocer las condiciones medioambientales y agronómicas es necesario elegir las máquinas más apropiadas para el tipo de trabajo que se desea obtener. Por tanto, para cada actividad o labor que debe realizarse mediante el uso de máquinas, se debe contar con todas las especificaciones técnicas para la elección de los equipos apropiados.

En el caso de labores como la aradura, es posible contar con varios tipos de arados (discos, vertederas, cinceles rotativos) los cuales realizan la misma labor de aradura, pero se encuentran diseñados para laborar en diversos tipos de terreno y condiciones particulares.

De esta manera, al seleccionar un equipo para arar, debe compararse el trabajo que hace cada tipo de arado, para elegir como pueden ser, profundidad de trabajo, volteo, si debe de ser fijo o reversible, o sea que cumple con la pla

neación hecha para el sistema de trabajo.

La diversidad de máquinas que actualmente existen, brinda la posibilidad de elegir entre una u otra marca, pudiéndose presentar casos en que máquinas análogas podran ser igualmente idóneas para un determinado trabajo, mientras que en otros casos la mínima diferencia puede revestir gran importancia.

El análisis de factores y la conjugación de estos para la selección de la maquinaria agrícola, es un trabajo muy importante que requiere la intervención de personal competente y especializado.

Como regla general conviene estandarizar al máximo la maquinaria. Cuanto menor sea el número de marcas o modelos de los equipos que se deben de elegir, mejor. Así se pueden simplificar algunas actividades dentro de la administración, operación y mantenimiento del equipo, como en los casos de las medidas de los puntos de enganche (categorías, tipo de accionamiento de la toma de fuerza), la capacitación del personal para la operación y el mantenimiento, la adquisición y almacenamiento de insumos y repuestos entre otros.

La selección también influye en cuanto a la cantidad de trabajo necesario, ya que el nivel de mecanización puede-

darse en diferentes grados (limitado, parcial o total). Cuando la mano de obra está disponible, algunos agricultores solo realizan las labores de preparación del terreno con maquinaria y las actividades sucesivas con tracción animal o manualmente, pero si no se cuenta con la capacidad de trabajo adecuada, pueden presentarse problemas de retraso en las fechas de siembra, aplicaciones o cosecha, situaciones que pueden afectar directamente los rendimientos. Del mismo modo, la planeación del uso de maquinaria debe hacerse con la finalidad de lograr una explotación más intensiva a fin de que resulte más económica.

Para el caso de los tractores, los tipos que existen son:

- a) Los tractores de oruga (poco comunes en México)
- b) Los tractores de cuatro ruedas (los más comunes pero solo con tracción en sus ruedas).
- c) Los tractores de dos ruedas o motocultores (poco utilizados en el país).

El tipo de tractor que se debe elegir dependerá de la cantidad y tipo de trabajo que haya de realizar y tal vez --

sea necesario utilizar más de un tipo. Aunque el tipo de tractor más idóneo es una cuestión muy discutida, hay ciertas normas para una buena elección.

El tractor de oruga normalmente es el más caro, tanto en su adquisición como para su mantenimiento, salvo que sea muy pequeño, pero, la capacidad de trabajo de los tractores grandes de oruga es mayor que la de los tractores del mismo tamaño de ruedas.

Los primeros son caros y difíciles de desplazar de un lugar a otro y si tienen que recorrer grandes distancias de un lugar a otro, las cadenas se desgastarán inútilmente, y habrá que tener un camión o remolque, para transportarlo. Por otra parte, si el terreno está lleno de piedras puntudas y de tocones de árboles, que perforarían y estropearían los neumáticos de un tractor de ruedas, o si la tierra fuera muy seca y dura, y requiriese el uso de instrumentos de trabajo pesado habría que utilizar el tractor de oruga.

Por su elevado precio y gasto de funcionamiento, así como por su bajo nivel de depreciación, el tractor de oruga tiene que estar ocupado la mayor parte del tiempo, la preparación de la tierra no es un trabajo suficiente y no puede ser utilizado para muchos cultivos en hileras, pulverización

nes o recolecciones. Es necesario, por lo tanto, utilizarlo en otros trabajos, como los de transporte de tierra y construcción de caminos y bordos. Por lo que es más ocupado en trabajos industriales y de construcción.

El tractor de cuatro ruedas con neumáticos de goma tiene un menor costo, es más económico en su mantenimiento, y se desplaza fácilmente por sus propios medios de una zona a otra.

Su capacidad de trabajo es, en cambio, menor que la del tractor de oruga, salvo si son tractores grandes, de más de 100 HP, que se emplean normalmente en grandes extensiones. En una zona con adecuadas vías de acceso pueden elegirse tractores de cuatro ruedas, siempre que los campos tengan la suficiente extensión.

Los tractores de dos ruedas o motocultores suelen tener de 5 a 18 HP; son más baratos que los de cuatro ruedas de potencia media, pero en relación a la potencia consumida resultan más caros, son muy manejables, pero su capacidad de trabajo para el cultivo es limitada, pero mucho mayor en todo caso, que el de una buena pareja de animales de tiro.

Su máxima capacidad de trabajo se obtiene con las fresadoras (arados rotativos), especialmente adecuadas para las

zonas productoras de arroz. Por otra parte, el mismo tractor sirve para trabajos muy diversos que no pueden hacerse bien con animales, como los transportes rápidos por medio de remolques, el corte y recolección de cultivos, la molienda del grano, el aserrado de madera y el bombeo de agua de regadío. También, en los casos en que los campos sean demasiado pequeños para un tractor de cuatro ruedas, o se trate de fincas también pequeñas o fragmentadas, de plantaciones o huertos donde no caben esos tractores, no hay mejor alternativa que el motocultor.

Debe recordarse, que para una determinada cantidad de trabajo hará falta un número mucho mayor de motocultores que de tractores de cuatro ruedas, lo que requerirá inversiones más considerables y un mayor número de operadores.

Los motocultores suelen tener una vida útil más breve que la de los tractores de cuatro ruedas mayores, además de que su mantenimiento y reparación cuesta tanto, si no más, que las de aquéllos.

En relación al género que probablemente se emprenderán en la preparación del terreno, cuál será el tipo de equipo que deba utilizarse.

Los arados de reja no son aptos, por lo general, para las zonas tropicales, a menos que en una zona donde llueva mucho sea absolutamente necesario sepultar las malezas, y só lo si la tierra no está obstruida con tocones de árboles u otro tipo de obstáculos.

Los arados de disco son mejores que los de reja, y pueden arar suelos de muchos tipos donde, después de la limpieza, todavía han quedado algunos obstáculos.

En las zonas más secas, en cambio, son preferibles úti les de labranza ligeros, como los arados de subsuelo, que no voltean el suelo ni lo remuevan innecesariamente. Su rendimiento es mayor, y bien utilizados, no agravarán los problemas creados por la erosión del suelo.

Las fresadoras preparan el terreno para la plantación en una sola operación. Están montadas directamente sobre el tractor y las hojas giratorias están impulsadas por la misma fuerza que mueve a éste. Las fresadoras no pueden, sin embargo, ser utilizadas en suelos pedregosos o en terrenos que no han sido completamente limpiados de tocones o de obstáculos y deben de ser utilizados con precaución en los suelos secos o muy sujetos a la erosión.

Las gradas de discos montadas sirven casi siempre para

completar la aradura y cuando las condiciones lo permiten -- pueden utilizarse en vez del arado. Las gradas de ruedas estrelladas montadas pueden también usarse junto con las gradas de discos, o en vez de ellas, especialmente cuando existen malezas rizomatosas que el uso de discos podría multiplicar.

Cuando la tierra es dura y seca, el arado levanta grandes terrones, que después podría ser difícil romper con gradas montadas relativamente ligeras de cualquier tipo, salvo después de una lluvia, y en tales casos hay que recurrir a las gradas de discos para trabajos pesados.

Al planear la demanda y elegir la maquinaria para programas de mecanización deben considerarse diversos aspectos, desde aquellos que de manera general influyen, como las características de una región, hasta aquellas determinadas por la forma de explotación de un cultivo.

Ante premisas como tamaño de la superficie, número y tipo de cultivos, número y tipo de operaciones, se plantean dos formas de selección de maquinaria agrícola.

- a) Selección Operativa
- b) Selección Técnica

La selección operativa se puede considerar como aquella en la que por medio de la elección de equipo se cubren todos los requerimientos de trabajo, potencia, velocidad y ancho de trabajo, ancho de vía, altura de despeje, capacidad de cosecha, capacidad de distribución, etc., para diferentes tipos de condiciones.

En el caso de la selección técnica se consideran las características propias de cada máquina, como son la versatilidad del equipo, componentes, tamaño, e incluso marca y modelo, así como los servicios e instalaciones que se pueden ofrecer, como el suministro de repuestos, personal técnico con que cuentan las agencias distribuidoras, asesoría técnica, etc.

A fin de realizar una elección apropiado de las máquinas que pueden ser utilizadas dentro de la actividad agrícola siempre buscando el máximo beneficio económico, deben conjugarse los aspectos que comprendan la selección operativa así como la de tipo técnico, por lo que se pone de manifiesto el hecho de que la selección de un parque de maquinaria es un trabajo que debe realizarse a través de equipos multidisciplinarios, con experiencia, principalmente en el sentido de conocer las condiciones reales de donde se preten de introducir un cambio tecnológicamente.

#### 4.7 ORGANIZACION DEL PERSONAL

Para llevar a cabo la creación de centrales o unidades de maquinaria agrícola, es importante considerar la forma de organización mas apropiada para la operación y administración de las mismas.

De igual modo, dentro de una explotación agrícola que cuente con equipo mecanizado para sus labores de campo, es importante la organización del personal, como administradores, mecánicos, operadores, ayudantes y personal de campo.

La estructura organizativa para el uso de maquinaria agrícola varía en función de factores tales como el volumen y extensión de las operaciones, pero fundamentalmente deben verse tres funciones principales:

- a) Administración general y control financiero.
- b) Operaciones de campo y
- c) Mantenimiento y reparación de las máquinas.

La sección central de la estructura será el punto focal para la planeación, control, financiamiento, coordinación y vigilancia. La sección de operaciones de campo se encargará de organizar y fijar las fechas de tales operaciones y controlar

su ejecución en el momento oportuno, la calidad del trabajo -- efectuado y su rendimiento. La sección de mantenimiento y reparación de la maquinaria se encargará del funcionamiento de los talleres fijos o móviles y de que la maquinaria esté en perfectas condiciones cuando se necesite para los trabajos de campo; esta sección se ocupará también de los almacenes de las piezas de repuesto, de combustible y de otros suministros. Las formas de uso en gran escala podrán requerir además una sección de capacitación, cuando ésta no sea proporcionada por las instituciones exteriores.

El objetivo primordial de la estructura será asegurar - un servicio eficaz. La sección de operaciones de campo es, por consiguiente el punto focal y todas las demás secciones son complementarias.

La clave del éxito de cualquier forma de empleo de la maquinaria es disponer de personas capacitadas para la ejecución de las operaciones que requieren los servicios proporcionados. - El empleo en pequeña escala requiere obviamente, menos personal que el de mayor escala, pero a pesar de ello, la capacidad de cada persona, ya sea una sola o muchas, será un factor decisivo que habrá de tener muy en cuenta en la fase de la organización.

Al elegir el personal debe recordarse que el principal pro

pósito de la organización es la ejecución del trabajo en el campo, que debe ser siempre de gran calidad, para asegurar su duración, y esto depende principalmente del director de la empresa. Sus conocimientos, experiencia y capacidad son de importancia decisiva para el éxito o fracaso. La condición primordial es que posea un conocimiento y una experiencia sólida en la administración que sea un buen organizador y que conozca bien el funcionamiento y reparación de la maquinaria agrícola, así como la agricultura. Tendrá que tener además mucho tacto y paciencia para poder ejecutar el programa en períodos a veces difíciles o poco propicios.

Se requerirán casi las mismas calificaciones para el director de las operaciones de campo. Tendrá que organizar el trabajo en el campo e instruir a los capataces y operadores sobre la forma de efectuar las diferentes tareas. Un requisito especial será tener un buen conocimiento y una buena experiencia del funcionamiento de la maquinaria agrícola.

Para la sección de operaciones de campo puede efectuar sus tareas eficazmente, debe contar con el apoyo no solo de los capataces y operadores sino también de los mecánicos y almacenistas del taller y almacén principales. El jefe del taller principal, en una fase inicial de la mecanización tendrá pocas ocasiones para aprender de los otros por lo que deberá conocer ya todas las operaciones de conservación y reparación de la ma-

quinaria que posee el servicio. Tendrá también que enseñar a los mecánicos a conservar y reparar la maquinaria más complicada. Es indispensable que tenga una sólida formación técnica y bastante experiencia.

Los operadores son los responsables de la ejecución de los trabajos mecanizados y semimecanizados. Ellos son los que manejan los tractores y la maquinaria automotriz. Los operadores son verdaderos profesionales encargados de lo siguiente:

- Manejo eficiente de unidades motrices
- Debida ejecución de los trabajos.
- Mantenimiento diario del equipo.

Se entiende que una persona que sepa manejar un tractor pero que no es un profesional en la técnica de la aradura y otros trabajos de campo, no puede considerarse operador.

Por el contrario, un operador calificado que conoce sus tres principales tareas y responsabilidades, debe ser reconocido como un profesional. En empresas donde se utilizan más tractores y unidades automotrices, se recomienda de preferencia asignar una máquina y sus implementos a cada operador. De esta manera, cuando la unidad no se requiera en el campo, el operador se quedará con su máquina, se dedicará a la limpieza y ayudará en el servicio de mantenimiento y revisión de esa unidad.

Una tarea adicional del operador experimentado es enseñar continuamente a su ayudante. Los ayudantes trabajan en forma complementaria con los operadores. El objetivo de esto es capacitar a futuros y por tal razón los ayudantes deben de trabajar bajo la supervisión del operador en las diferentes unidades y máquinas a través de un sistema de cambio.

A su debido tiempo, los ayudantes reemplazaran a los operadores durante la ausencia de éstos, además los ayudantes auxilian en trabajos complementarios, como puede ser las cargas de tolvas, o dar indicaciones sobre la frecuencia de las operaciones.

Un problema que reviste gran importancia, especialmente en la empresa agropecuaria, es el hecho de que durante el año, la explotación agrícola necesita mano de obra en cantidad bastante irregular.

El problema de la demanda de mano de obra es más grave en empresas relativamente pequeñas y en las que tiene un plan de producción de mono cultivo, o de producción no muy diversificada.

Sin embargo, aún empresas mayores, con un plan de producción diversificada, saben de la irregularidad en las necesidades del personal de campo. Algunos trabajos cubren gran par-

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

te del año, por la que se requiere un cierto número de personas contratadas en forma permanente. Por el contrario, otros trabajos se efectúan solo en períodos cortos y exigen contrataciones temporales.

En caso de que no se pueda conseguir suficiente personal en períodos de mayor demanda, quedará como alternativa el considerar la posibilidad de automatizar las operaciones correspondientes o planificar otro programa de cultivos.

Los supervisores, capataces, operadores y mecánicos tendrán que recibir información para las tareas que han de realizar. Esta es la finalidad de la sección de formación, cuyo jefe tendrá que conocerla bien, y tener bastante experiencia en maquinaria agrícola y en agricultura. El director del proyecto y los directores de las operaciones en el campo y del taller principal deben de estar dispuestos a contribuir a la formación y a participar considerablemente en las primeras fases.

La persona que desempeñe puestos directivos debe ser un funcionario permanente y por lo tanto, tener un contrato de trabajo. Otras personas esenciales, como supervisores, mecánicos, operadores y almacenistas, deben tener al menos un contrato anual. Esto es necesario para conseguir un buen personal, y para la estabilidad de la organización, pero es importante saber-

con toda exactitud cuantas personas de esa categoría son realmente necesarias trabajando toda la jornada, y no contratar a más personas porque con ello se aumentaría innecesariamente los gastos generales. Será probablemente difícil contratar personal extra con carácter estacional, por lo que es importante que los operadores y el restante personal contratado anualmente esté dispuesto a hacer otras tareas cuando no efectúe trabajos de la estación.

La viabilidad de cualquier empresa depende, en primer lugar, de que los ingresos sean superiores a los gastos y en segundo lugar, de que suministre sus bienes y servicios de forma que su clientela se mantenga constante. La labor de la dirección es asegurar el cumplimiento de ambas condiciones, y esto es válido tanto para el uso multipredial de la maquinaria como para cualquier otra empresa.

El director de una central o unidad de maquinaria debe tener, por lo tanto, en primer lugar, un sólido conocimiento de la dirección de empresas. Debe saber como se lleva un libro de registros y contabilidad, el control de personal, las leyes y normas gubernamentales, y las características de adquisición y comercialización por nombrar solo algunos de los múltiples conocimientos requeridos. Estos conocimientos no son necesariamente comunes al personal técnico, como los ingenieros agrónomos.

El director tiene que conocer también a fondo como se elije la maquinaria agrícola, su funcionamiento, conservación y reparación, así como la agricultura y agricultores.

La tarea de los directores empieza con el establecimiento de los servicios que han de proporcionarse y que dependen principalmente de la demanda de los agricultores. La capacidad económica, al acceso a la maquinaria y a los medios de funcionamiento, el personal y mano de obra disponible y la legislación gubernativa influirá también en el tipo y extensión de los servicios ofrecidos. Una vez establecidos los servicios que se pueden ofrecer, el director procede a organizar las actividades, habrán de establecerse los sistemas de contabilidad y registro, así como los canales de aprovechamiento de la maquinaria y de los medios de funcionamiento, las normas para el personal y los procedimientos administrativos. Se proyectarán y construirán los talleres, almacenes, depósitos para el combustible, parques para la maquinaria y locales para oficina, etc.

La provisión de servicios de maquinaria agrícola estacionales para la actividad agropecuaria no es tarea fácil, ya que el trabajo que se necesita es siempre solo por breves períodos durante el año por lo que es necesario que el trabajo se lleve a cabo en los momentos oportunos. Las averías de la maquinaria el mal tiempo u otros riesgos alteran, indudablemente,

los planes y programas más cuidadosamente preparados. Habrá que fijar las fechas en que se efectuarán las operaciones de campo requeridas por los cultivos, al mismo tiempo asegurar la máxima continuidad en el uso de la maquinaria, en la actividad de los operadores y evitar desplazamientos innecesarios.

#### 4.8. INFRAESTRUCTURA DE APOYO

La planeación para el uso de maquinaria agrícola en cualquiera de sus formas, ya sea, de manera particular, cooperativa o por servicios (de alquiler), debe de contemplar una determinada infraestructura; pues al adoptar el uso de una tecnología mecanizada, de igual forma se está adquiriendo la necesidad de diversos servicios, como: vías de comunicación, agencias de servicios (reparaciones y repuestos), personal capacitado, aprovisionamiento de combustible, instalaciones y equipo para el almacenamiento y trabajos de conservación, los cuales permitirán un mejor aprovechamiento del equipo mecanizado.

Durante la fase de planificación debe concederse gran atención a la función del taller base de servicio y a las instalaciones que puedan facilitar los representantes de los agentes y fabricantes. El establecimiento y función de un taller base-completo, en el que puedan efectuarse todas las reparaciones importantes y poner los motores en condiciones es una empresa cos

tosa, que se debe de añadir a los gastos generales. El servicio debe utilizar por lo tanto, siempre que sea posible, las instalaciones existentes proporcionadas por los agentes para las reparaciones más importantes. El taller base puede entonces instalarse y funcionar a un costo mucho menor, limitándose al mantenimiento general y al reajuste y reparación de las piezas de recambio. Cuando una unidad de maquinaria funcione lejos de un centro de servicio del agente, o no exista tal centro habrá que instalar un taller base completo.

Además del taller, será necesaria una sección de piezas de recambio que se ocupen de la ordenación y distribución de toda la maquinaria que entra y sale, piezas de recambio, combustible, lubricantes y suministros generales. En una organización pequeña, podría encargarse de este trabajo el jefe de la unidad que tiene también a cargo el taller base, con ayuda de un capataz o de un oficinista. En una organización mayor, es aconsejable otra sección de piezas de recambio que se encargue del ordenamiento, almacenamiento a granel, documentación y entrega de una larga serie de artículos, desde papel y material de oficina hasta tractores, vehículos, piezas de recambio, combustible y aceite que necesitarán todos los departamentos. Los bienes y servicios facilitados por la sección de almacenes serán recibidos principalmente por el jefe del servicio que tiene a su cargo el taller principal, cuya función primordial, será =

mantener la maquinaria en perfecto estado de funcionamiento. En una organización de este tipo, seguirá siendo necesario un almacén para los talleres, bajo el control del jefe de servicio, - provisto de todo lo necesario para las actividades diarias de - los propios talleres y de las unidades de campo. Este jefe tendrá que verificar cuidadosamente el consumo y reponer las existencias a intervalos regulares, especialmente las piezas de re- cambio de mucho uso, para lo cual mantendrá informada con bas - tante antelación a la sección principal de almacenes de lo que necesita, afín de que se puedan hacer los pedidos oportunamen- te.

El jefe de las operaciones de campo tiene una posición- central, dependiente de los servicios proporcionados por la se- de; la sección de almacenes, el taller base y la sección de ca- pacitación. Al taller base puede ajustarse otro móvil, que en tal caso podría desplazarse a la zona de trabajo, regularmente - o a pedido, para atenderlas. En una organización grande, o - cuando existan grupos de unidades de campo que trabajen a una - distancia considerable del taller base, convendría que cada grupo tuviera su propio taller móvil, que en tal caso podría con - sistir simplemente en un remolque cubierto arrastrado por un - tractor, o en un pequeño vehículo autopropulsado, como una fur- goneta, provisto de las herramientas esenciales, de piezas de - recambio y del material necesario para efectuar las reparacio -

nes y operaciones diarias de mantenimiento en el propio lugar de trabajo.

Para aquellas centrales de maquinaria que operan en varias zonas, a fin de reducir los gastos de viajes y de transporte tendrán que dividirse en varias unidades de campo, pero su costo, así como las dificultades administrativas, aumentaran en función del número de tales unidades y de sus dimensiones. Una solución intermedia sería en algunos casos, disponer de unidades relativamente grandes, para ordenar las máquinas en grupo, con arreglos a las demandas de trabajo de los diferentes sectores. Los operadores y el restante personal de tales grupos podrían tanto alimentarse como alojarse en la zona de trabajo, permaneciendo en ella hasta que se haya terminado la labor en cuestión.

Al planificar la demanda y elegir la maquinaria para una central o unidad de maquinaria agrícola debe recordarse que es necesario cierto material básico para el transporte que dependerá del género de trabajo que vaya a realizar la maquinaria y de las condiciones en que vaya a utilizarse.

La eficacia del sistema de transporte dependerá, a su vez:

- Del tipo de material empleado.

- De las distancias entre las zonas de trabajo y de --  
la frecuencia con que tenga que llevarse el material  
de una a otra zona y
  
- De la velocidad de desplazamiento, que dependerá a --  
su vez de la red de carreteras y el estado de las mismas  
mas.

Quando se utilicen por ejemplo, tractores de oruga, --  
haran falta remolques de plataforma baja para carga pesada, a --  
fin de poder transportarlos de un lugar a otro, y también para--  
transportar el material. Si no se dispone de tractores de rue-  
das se utilizaran los camiones. Quando, en cambio, se utilicen  
una combinación de tractores de oruga y de tractores de neumáticos  
cos, estos últimos pueden también servir para remolcar los pri-  
meros. Las unidades móviles de tractores de ruedas pueden es-  
tar dotadas de remolque para el transporte de los útiles de traba  
bajo, gasolina, lubricantes, material y piezas de recambio.

Quando un grupo de estas unidades móviles vaya a traba-  
jar lejos del taller base, puede equiparsele de un remolque que  
sirva de taller móvil de campo, para las operaciones de mantenimi  
miento y para las reparaciones que sean necesarias en el campo,  
salvo aquellas más complicadas.

También se podrá preparar un taller móvil autopropulsa-

do para los servicios en el campo que requieran más de un grupo de unidades móviles.

Un tractor está casi siempre equipado de un arado montado, una grada de discos, o de una grada de ruedas de estrella.- Cuando no haya que utilizar más que un arado, puede ser trans - portado a cortas distancias y enganchado al tractor, pero esto no es recomendable si la distancia es grande y el terreno malo. Cuando vaya a utilizarse más de un implemento en el mismo trac - tor, pueden transportarse tales equipos hasta el lugar de trabajo en un remolque que puede ser manejado por un solo operador.- Cuando en el mismo lugar trabajen grupos de unidades, podrán - tilizarse varios remolques de mayor envergadura para el trans - porte del material y equipo. Estos remolques suelen ser de ma - nejo más difícil. Otro inconveniente es que cuando una serie - de maquinaria y de material tiene que ser transportada de esta - forma, los conductores de los tractores, no pueden aceptar la - responsabilidad de lo que transportan como cuando se trata de - un solo tractor con un pequeño remolque, en que el conductor - puede ser vigilado y hacerse responsable del tractor y del mate - rial que remolca.

El transporte de los aceites y carburantes puede tam - - bién presentar problemas, particularmente el de comprobar que - todo el carburante que se extrae de los depósitos sería utilizado-

exclusivamente en los tractores. Cuando los tractores hayan -- de trabajar a corta distancia del taller base, y regresen a él -- diariamente, pueden reportar en el taller, pero cuando trabajen a cierta distancia de la base tendrán que llevar el carburante -- de reserva en bidones, en los remolques. La mejor forma de con -- trolar el consumo en este caso, es comprobar si las horas de -- marcha del tractor indicados por su registrador automático (horo -- metro) se ajustan a las horas de trabajo y duración del recorri -- do indicado en la hoja de ruta diaria del conductor. Cuando - un grupo de tractores trabaja en el mismo lugar puede encargar -- el carburante transportado por un tanque móvil que va recorrien -- do a intervalos regulares, los lugares de trabajo de los respec -- tivos grupos. En este caso es más difícil controlar el carbu -- rante, pero a veces no existe otra forma de suministrarlo.

Cualquiera que sea el combustible utilizado, es de máxi -- ma importancia que esté limpio, especialmente en el caso del - diesel. Entre el tanque móvil o los bidones que contienen el - combustible de repuesto, y el depósito del tractor, debe de co -- locarse un filtro cuando los bidones son transportados por un - remolque.

#### 4.9 MANTENIMIENTO

La maquinaria agrícola como cualquier otro tipo de ma -

quinaria, sufre desgaste, el cual determina su vida útil. La fabricación de cada tipo de máquina se realiza con el fin de -- que se obtenga un trabajo específico, pero en determinadas condiciones, ya que si el uso de la máquina no corresponde a aquel para el cual fue diseñada los resultados no serán satisfactorios.

El mantenimiento de la maquinaria es parte del adecuado uso de ésta ya que en gran medida la utilidad de las máquinas dependen del mantenimiento que se les brinde.

El fabricante de la maquinaria debe proporcionar toda la información técnica necesaria tanto para la buena operación de las máquinas que produce, así como de las necesidades de mantenimiento del equipo con lo que se asegura el máximo de vida útil.

Existen varias razones para las cuales las máquinas no cuentan con un adecuado uso, refiriéndonos al mantenimiento, por ejemplo el poco interés por parte del operario o de la administración de la maquinaria para realizar el mantenimiento, la falta de conocimiento de la importancia que tiene el mismo, no contar con tiempos asignados para estas labores, desconocer la forma en que se realiza ó no contar con el equipo, materiales o insumos necesarios para llevarlo a cabo.

Dentro de cualquier proyecto de mecanización, es imprescindible el considerar todos aquellos aspectos que permitan proporcionar el mantenimiento necesario a la maquinaria que debe ser utilizada, pues resulta poco económico la adquisición de maquinaria que por falta de mantenimiento falle prematuramente o deje de funcionar sin haber obtenido al máximo su capacidad de trabajo.

El considerar el mantenimiento como actividad fundamental dentro del uso de la maquinaria agrícola prevve varios aspectos:

a) Reducción de fallas; el mantenimiento no evita por completo la presencia de fallas en el funcionamiento de las máquinas, pero las reduce al mínimo, así como también la frecuencia con que se presenten será considerablemente menor.

Si se mantiene un criterio de prevención, será más seguro que durante las épocas de alta demanda de trabajo, como puede ser la siembra en primavera o la cosecha en otoño, el tiempo en que las máquinas deben detenerse será mínimo.

b) Ahorro en costos operacionales; generalmente los costos que representa el mantenimiento de las máquinas (mano de obra, lubricantes, repuestos, etc.) no son insignificativos en

relación al gasto de reparaciones que prematuramente pueden --- presentarse. Por ejemplo, para el caso del consumo del combustible, el costo de una afinación es menor cuando por largo tiempo se tiene un excesivo gasto de combustible.

c) Mantener el equipo funcionando seguro; si alguna máquina no funciona bien, se tiene la costumbre de arriesgarse para evitar tiempos perdidos. Esta actitud, en la mayoría de los casos provoca un mayor deterioro de las máquinas, un trabajo ineficiente o en el peor de los casos un grave incidente.

La mejor forma de realizar el mantenimiento es mediante una buena administración, en donde el responsable de la maquinaria debe de contar con diferentes mecanismos para llevar el control de mantenimiento, que en la mayoría de los casos está en función de la cantidad de trabajo que realiza cada máquina (horometro). Se deberá de capacitar al personal encargado, para que se ejecute las labores con la oportunidad y en la forma adecuada.

La fabricación de maquinaria generalmente mantiene ciertas normas que actualmente se consideran internacionales, con las que tiene participación en el mercado, ya que de otra forma no se tiene compatibilidad para la operación de implementos o máquinas que como en el caso de los enganches, toma de fuerza, -

conexiones hidráulicas deben de cumplir ciertas características. Algunas normas ya reconocidas son por ejemplo las establecidas por la American Society of Agriculture Engineers (ASAE) que para el caso del mantenimiento, recomienda dar servicio a las máquinas agrícolas en intervalos regulares de acuerdo a las horas de trabajo.

Los intervalos en horas pueden representar los días de funcionamiento, como se muestra a continuación:

cada     5 horas (dos veces al día)  
          10 horas (diariamente)  
          50 horas (semanalmente)  
          250 horas (mensualmente)  
          500 horas (bimestralmente)  
          1000 horas (temporalmente)

Los intervalos de servicio varían entre las máquinas, por lo que, lo más recomendable, es seguir el manual de operaciones y mantenimiento específico de cada máquina, pues dentro del trabajo agrícola algunas cuentan con un mayor uso como el caso de los tractores que son la fuente de potencia en la operación de otras máquinas así como aquellas de un uso menor como arados y sembradoras, para las cuales se auxilia del número de horas del tractor para la acumulación de sus horas de trabajo a

fin de ejecutar los servicios de mantenimiento en los periodos recomendados.

Las máquinas agrícolas están diseñadas para un trabajo especial. Son de construcción resistente, pero no para usarse con exageración o fuera de su capacidad. La operación incorrecta produce daños prematuros y costosos.

Existen varios aspectos que se pueden mencionar como -- recomendaciones para el adecuado manejo de las máquinas, los -- cuales se pueden resumir en a) el máximo conocimiento de las -- máquinas en base al estudio y comprensión del manual de opera -- ción y mantenimiento específico de cada equipo, b) el uso preca -- vido de las máquinas evitando riesgos o cargas excesivas, c) -- evitar las modificaciones o adaptaciones al diseño propio de -- las máquinas, así como mantener el equipo completo, reemplazan -- do partes dañadas, así como reparar aquellos controles o meca -- nismos que tengan fallas o que dejen de funcionar.

Respecto a este último aspecto las máquinas agrícolas, -- principalmente las autométricas, cuentan con dispositivos que -- indican el funcionamiento continuo de componentes principalmen -- te del motor, por lo que la adecuada operación de los mismos y -- su constante observación, constituye una práctica recomendable -- en el uso del equipo agrícola.

Otro aspecto que es muy importante y que está relacionado con el mantenimiento es la seguridad en el trabajo, utiliza el sentido común al realizar la operación como el mantenimiento de las máquinas, lo cual debe estar apegado al conocimiento profundo de las características de las mismas, por lo que antes de revisar cualquier actividad se debe de estar seguro de lo que se va a hacer, tanto en lo que se refiere a las condiciones del terreno, el cultivo así como de la misma máquina evitando realizar cualquier trabajo cuando no se tenga la seguridad del buen funcionamiento del equipo (por ejemplo el tener que usar pernos o enganches inadecuados, al presentarse fugas de agua, aceite o combustible en el motor, etc.) con lo que pueden prevenirse contratiempos posteriores.

## V. CONCLUSION

Si se considera que la mecanización se inicia con la -- introducción de la máquina al proceso de trabajo, cuando esto - sucede con las actividades agrícolas, se produce la mecaniza -- ción agrícola.

La mecanización no requiere que necesariamente se usen fuentes de energía diferentes a las puramente animal. Basta que un mecanismo intervenga para que pueda hablarse de mecanización en determinado grado. Indudablemente la aplicación del motor - térmico y la energía eléctrica ha generado un cambio sustancial en la actividad agrícola, pero han existido muchas máquinas dise ñadas por tracción animal (rastrillos, segadoras, sembradoras, - arados, etc.) que en si mismas han supuesto una mecanización. - Para diferenciar el proceso del uso de maquinaria en la agricul tura se indican dos etapas principales:

- a) Mecanización sin motor
- b) Mecanización con motor

El progreso tecnológico puede llevar incluso a suprimir la participación del hombre como conductor y controlador de la energía, por lo que se llegaría entonces a una nueva etapa que - podría registrarse como "automatización".

La mecanización propone una mejora en las condiciones de trabajo del hombre, tanto desde el punto de vista físico como psicológico y cultural, por otro lado, supone un ahorro del tiempo en la ejecución de las labores, lo que daría lugar a un aumento en la productividad con una posible reducción de costos y una mayor oportunidad y capacidad en la realización de las operaciones encomendadas.

La mejora física de trabajo se contempla cuando disminuye el esfuerzo, la posición del cuerpo es más confortable, se evitan contactos directos con tierra, productos químicos, etc., y aumenta la protección a la intemperie además de mejorar las condiciones de seguridad, aunque en este último aspecto existe una contradicción cuando los accidentes se presentan más frecuentemente y con mayor gravedad.

Desde el punto de vista psicológico se hace hincapié en la nueva capacidad de trabajo logrado. El hombre es capaz ahora de conducir y emplear más potencia y por lo tanto de desarrollar más trabajo. El control de potentes medios de trabajo, en cierta forma sirven como estímulos gratificantes y positivos.

La utilización de la maquinaria obliga al usuario a incrementar sus conocimientos, en cuanto a términos, unidades, --

conceptos, formulaciones y a la observación de fenómenos y experiencias formativas que redundan en última instancia en su formación y conducta.

En lo que se refiere al ahorro del tiempo y el consecuente aumento en la productividad, es posible que se convierta en una reducción de costos de las operaciones, pero esto depende de la relación de sustitución entre el precio de los factores capital mobiliario y mano de obra, en cada caso. Lógicamente, si con la máquina se consigue ejecutar, la operación empleando menos mano de obra (horas-hombre), se está sustituyendo el factor hombre por el factor máquina. Faltaría por saber si económicamente esta sustitución es positiva, y para ello hay que conocer el valor en términos monetarios de la máquina introducida y del costo de la mano de obra liberada. Las variaciones relativas de los precios de uno u otro factor en la historia pueden explicar en buena medida la evaluación y desarrollo de la mecanización agraria. Lo que no ofrece duda alguna. Cuando se examina las posibilidades del proceso de mecanización a partir de un aumento de la productividad, es la oportunidad que supone en la realización de ciertas operaciones agrícolas. La siembra, tratamientos y recolección, son ejemplos de operaciones clave que en ciertos casos, al estar condicionando por el medio ambiente, requieren una oportuna ejecución.

Finalmente, la mecanización agrícola conlleva nuevas -- técnicas, mayor precisión, como en el caso de la siembra "grano a grano" y la distribución de agroquímicos, Mayor capacidad de trabajo como en aquellas labores profundas o múltiples, o en la cobertura de grandes extensiones; cambio y mejoramiento de técnicas, como en las labores de cosecha, poda, riego, procesamiento, etc..

La determinación de la cantidad de maquinaria y las características de esta para la implementación de sistemas mecanizados de trabajo dentro de la agricultura, puede resultar desde un punto de vista técnico sencillo, ya que de acuerdo a diferentes metodologías y en base a condiciones específicas, se puede calcular el número de máquinas necesarias para la explotación de un cultivo, ó bien, la cantidad de potencia que permita realizar las labores de campo en un tiempo estimado. El tamaño de los equipos que de acuerdo a las características del terreno, tipo de labores es más recomendable utilizar, etc. (Un ejemplo de lo anterior se presenta como anexo en este trabajo). Contando con datos precisos de las condiciones específicas, datos que en muchos casos no están disponibles, como por ejemplo saber la cantidad de tiempo en relación a los agentes meteorológicos como la época de lluvia, frecuencia, distribución, intensidad, etc.. En otros casos la falta de información técnica es en relación a la capacidad de trabajo de las máquinas la cual sirva para la creación de mejores proyectos de mecanización.

Una vez que se haya resuelto llevar a cabo un proceso de mecanización, analizando las condiciones sociales y económicas que permitan la aplicación de esta tecnología, es preciso hacerlo racionalmente, elaborando plan que puede sistematizarse en dos fases. Una primera, donde se aborden aquellos problemas de infraestructura (servicios, capacitación, etc.) y en una segunda más técnica y concreta donde se llevará a cabo la selección y elección del equipo de acuerdo a las limitaciones de los factores que influyen (tipo de cultivo, clima, tiempo disponible, etc) en el proceso y los criterios técnicos establecidos. Para llevar a cabo este proceso es necesario contar con un amplio cúmulo de información, principalmente en lo que se refiere a la maquinaria existente, relacionada y/o necesaria, capacidad, consumo, costo etc.

La mecanización agraria trae como consecuencia, cambios tal vez bruscos, pero progresivos y apreciablemente irreversibles. Estos cambios se manifiestan no solo con técnicas nuevas y formas de trabajo, sino también la mayor capacidad y especialización de las máquinas está llevando a grandes extensiones al monocultivo con la posible alteración del medio ecológico y la pérdida de un régimen de autonomía de subsistencia para los agricultores.

Finalmente se sufre también de la deshumanización que el maquinismo conlleva o sea una afección directa a la cultura y vida cotidiana de la población rural.

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

- 1.- Berlijn, Johan D. 1985 Manuales para educación agropecuaria-- "Organización de Operaciones Agropecuarias. Area: Administración Rural. Editorial Trillas. México.
- 2.- Berlijn, Johan D. 1983. Manuales para Educación Agropecuaria "Cosechadoras de Forraje". Editorial Trillas. México.
- 3.- Berlijn, J.D. 1983. Manuales para la Educación Agropecuaria "Maquinaria para el Manejo de Cultivos". Edit. Trillas. México.
- 4.- Centro Studi Agricoli "Borgo a Mazzano". 1988. "Tractores - Agrícolas". Material Didáctico Reservado a los Participantes en los cursos organizados por CORI SpA/Centro Studi Agricoli de Mutigliano (Lucca-Italia).
- 5.- Comité Directivo del Distrito de Riego No. 38. Río Mayo Sonora "El Mayo Agrícola", Números 1, 2 y 3 Vol. XII, Navo --joa, Sonora, México.
- 6.- Gómez G.C. Tesis "Evaluación Económica del costo real de -- producción de maíz bajo tres sistemas semimecanizados en el Ejido Ojite de Matamoros Coxquihui, Veracruz". Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. México 1986.

- 7.- Gómez J. R. 1987. "Generalidades sobre la Mecanización en -- México", Documento presentado en conferencia en la FES-Cuautitlán de la UNAM. Septiembre de 1987. México.
- 8.- Gracia L. C. 1988, "Introducción a la Mecanización Agraria". Universidad Politecnica de Valencia. Valencia, España.
- 9.- Hathway, L. 1973. Fundamentos de Funcionamiento de Maquina - ria (FMO) "Mantenimiento Preventivo" Publicaciones de Servicio John Deere. Deere & Company, Moline, Illinois, U.S.A.
- 10.- Hunt, D. 1983. "Maquinaria Agrícola" (Rendimiento económico, costos, operación, potencia y selección de equipo). Edit. Li musa. México.
- 11.- Lonnenmark, H. 1967. "El Empleo Multipredial de la Maquinaria Agrícola". F.A.Q. Organización de las Naciones Unidas para - la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- 12.- May M. R. "Como Seleccionar Aspersoras para Huertos Frutales". Dirección General de Extensión Agrícola, SAG. Torreón Coahu la, México.
- 13.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. "Normas para la Organización y Gestión de el - Empleo Multipredial de la Maquinaria Agrícola". Material re-

servado a los participantes en los cursos organizados por el CORI SpA/Centro Studi Agricoli de Mutigliano (Lucca, Italia).

- 14.- Ortiz C.J. 1980. "La Máquinas Agrícolas y su Aplicación". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- 15.- Osorio H., J.M., Tesis "Evaluación Técnico-Económica del tractor SIDENA 310-M en tres lugares del trópico húmedo de México" Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México 1987.
- 16.- Ramos R. C. "Optimización en el uso de la Maquinaria Agrícola", Oficina Agropecuaria de la Asociación de Banqueros de México A.C. en Torreón Coahuila, México.
- 17.- Reyna T. T., 1978. "Características Climático Frutícola en Cuautitlán Estado de México". Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, Volúmen 8. 1978. México.
- 18.- Ríos M., E. Tesis "Administración de un taller almacén para Maquinaria Agrícola". Facultad de Estudios Superiores - Cuautitlán, UNAM. 1984.
- 19.- SARH, INIA, CIAMEC, CAEVAMEX. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, Area de Influencia del Campo Experimental Valle de México, Chapingo, México, 1981.

20.- Soto S, E. 1978. "Cálculo de Necesidades de Maquinaria ---  
Agrícola y Evaluación de Costos". Memorandum técnico No. -  
376. SARH. Sub secretaría de Agricultura y Operación. Méxi-  
co.

21.- Wendel, B. 1977. Fundamentos de Funcionamiento de Maquina -  
ria "Manejo de Maquinaria". Publicaciones de Servicio John-  
Deere. Illinois U.S.A.

## A N E X O

La cantidad de maquinaria y las características de ésta para la implementación de sistemas mecanizados de producción se puede determinar de acuerdo al siguiente procedimiento y conforme a las condiciones que se plantean; en una explotación agrícola que produce maíz para forraje en una zona temporalera con una superficie de 50 hectáreas.

Si queremos saber la cantidad y tipo de maquinaria que se requiere para dicha actividad, podríamos calcularlo primero, conociendo la cantidad y tipos de labores necesarias así como el tiempo real disponible.

Por lo que para este tipo de cultivos las labores más comunes serán:

- Labranza primaria (aradura)
- Labranza secundaria (rastreo)
- Siembra surcado y fertilización (simultáneamente)
- Distribución de herbicida
- Escardas
- Fertilización
- Cosecha y transporte

En base a esto se puede determinar la cantidad de trabajo, que para cada labor será necesario, ya que de acuerdo a las características de ésta, se analizará en uno o dos pasos y puede estimarse en unidades de superficie trabajada, kilometros recorridos, toneladas cosechadas, etc.

Algunas labores se repiten como ya se mencionó por lo que se duplica el trabajo requerido en ellas. En este caso se rfa:

- Labranza primaria..... 50 has
- Labranza secundaria (dos pasos).....100 has
- Siembra, surcado y fertilización..... 50 has
- Aspersión..... 50 has
- Escarda (primer paso)..... 50 has
- Fertilización con escarda..... 50 has
- Cosecha..... 50 has
- Transporte..... 4000 ton.

Inicialmente se deben considerar los tiempos disponibles de trabajo para adecuar cada labor, considerando las limitantes climáticas (calendario agrícola) y el ciclo de cultivo.

En este caso, la principal condición es la presencia --

de la época de lluvia, antes de la cual deberá estar el terreno preparado para el establecimiento del cultivo, considerando las fechas límites de siembra.

En este sentido es recomendable contar con la información estadística de estaciones metereológicas de la zona de influencia.

Cuadro 8 Calendario Agrícola para Producción de Maíz Forrajero-En Valles Altos.

Meses del año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Días Laborables	13	13	21	21	20	20	10	10	18	16	13	12
Ciclo del maíz												
Aradura			.....									
Rastreo			.....									
Siembra			.....									
Aspersión				.....								
Escarda					....							
Fertilización						....						
Cosecha									...			

Datos técnicos de cultivo.

- cultivo; maíz forrajero.
- cultivo de verano para esilaje
- fecha de siembra, 25 de marzo al 5 de abril
- variedad; H127, H-131 6 H-133

- ciclo 140 a 150 días
- densidad de siembra: 45 kg de semilla por hectárea
- distancia entre hileras 82 cm
- rendimiento promedio 80 toneladas por hectárea de materia verde

Como se puede observar en el Cuadro 8, la demanda máxima de trabajo se presenta para las labores de preparación del terreno y siembra, pues en lo que se refiere a labranza primaria y secundaria (arado y rastreo) deben de cubrirse 150 hectáreas en 21 días, así en el mes de mayo en el que se deben cubrir 100 hectáreas en 20 días para la siembra y aplicación de herbicida.

Para el caso de las labores de aradura y rastreo se podrían dividir los 21 días disponibles en 11 para la labor primaria y 10 para la labor secundaria, lo cual nos daría una demanda para el primer caso de:

- días disponibles: 11
- horas promedio de trabajo por día: 8
- total de horas para la labor: 88
- capacidad efectiva requerida  $50 \text{ has}/88 \text{ hrs} = 0.57 \text{ has/hr}$

Tomando una velocidad típica promedio de 4 km/hr y

una eficiencia del 70% se puede calcular el ancho de trabajo --  
jo requerido para cubrir la labor;

$$1) \dots E = \frac{CE}{CT} \times 100$$

$$2) \dots CT = \frac{A \times V}{10}$$

de donde:

$$3) \dots CT = \frac{CE \times 100}{E}$$

$$\frac{A \times V}{10} = \frac{CE \times 100}{E}$$

despejando "A" quedaría:

$$A = \frac{CE \times 100}{E} \quad 10/V$$

sustituyendo valores tenemos:

$$A = \frac{(0.57 \times 100)}{70} \quad 10/4 = 2.03 \text{ m}$$

CE; capacidad efectiva

CT; capacidad teórica

E ; eficiencia

A ; ancho de trabajo

V ; velocidad

En este caso, el ancho de trabajo necesario es de 2.03

m., por lo que si consideramos el uso de arados de discos de --- tres cuerpos, con un promedio de corte de 0.35 m por disco, por lo que se tiene con tres cuerpos un ancho de trabajo total de -- 1.05 m.

De esta manera es posible calcular la cantidad de potencia necesaria para el arrastre de los arados calculados, con lo - que se determinare el tipo de tractor requerido en cuanto a trac- ción.

La capacidad de arrastre se determinara por la tracción- en kg y la potencia en HP por  $\text{cm}^2$  de sección transversal de tie- rra trabajada. Para el caso de la aradura, con un arado de tres- cuerpos, se consideran los datos del Cuadro 8, los cuales son -- aproximados, ya que para cada caso y condición específica del sue- lo los valores cambian (textura, humedad, etc.).

Para calcular la tracción y potencia necesaria para ja- lar un arado de tres cuerpos con un ancho de trabajo de 1.05 m., (10.5 dm) y considerando una profundidad de trabajo de 30 cm - (3.0 dm), se procede de la siguiente manera, la sección transver- sal de la tierra trabajada será,

$$1.05 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} = 0.315 \text{ m}^2 = \text{el.5 dm}$$

Del Cuadro 9 se toma el valor de la tracción para ara -

dos del 30 cm siendo este de  $80 \text{ kg/dm}^2$ , por lo que la tracción - será:

$$31.5 \times 80 = 2520 \text{ kg}$$

Si se trabaja a una velocidad de 4 km/hr la potencia -- requerida es de  $1.29 \text{ HP/dm}^2$ , para la sección transversal estimada tenemos:

$$1.29 \times 31.5 = 40.63 \text{ HP}$$

potencia requerida a la barra de tiro.

Para seleccionar el tractor que pueda satisfacer la de -- manda potencia calculada, debemos tomar en consideración las per -- didas de potencia que el tractor sufre desde la potencia nominal -- del motor hasta las ruedas de tracción, o la barra de tiro, lo -- cual varía en función del lugar de trabajo (a.s.n.m.) y los compo -- nentes mismos del tractor, existen pérdidas de hasta el 40% por -- lo que para la potencia calculada en el ejemplo, será necesario -- contar con un tractor de 68 HP como mínimo.

De acuerdo a las características de los equipos calcula -- dos es necesario contar con dos tractores de 68 HP, con arados de tres discos para así cubrir la labor en el tiempo asignado.

Cuadro 9

REQUERIMIENTOS DE TRACCION Y POTENCIA DE LAS MAQUINAS  
 AGRICOLAS MAS COMUNES EN MEXICO.

Equipo	Vel.	Unid. de Trac.	Ubic. de Pot
Arado 20 cm	4.3	75kg/dm <sup>2</sup>	1.33HP/dm <sup>2</sup>
Arado 30 cm	4.0	80kg/dm <sup>2</sup>	1.26HP/dm <sup>2</sup>
Subsoleadora	4.0	30kg/dm <sup>2</sup>	0.60HP/dm <sup>2</sup>
Rastra de discos	4.0	60kg/dm <sup>2</sup>	0.92HP/dm <sup>2</sup>
Rastra de dientes	4.0	20kg/dm <sup>2</sup>	0.31HP/dm <sup>2</sup>
Rastra niveladora	4.0	20kg/dm <sup>2</sup>	0.31HP/dm <sup>2</sup>
Cultivadora de campo	4.2	30kg/dm <sup>2</sup>	0.49HP/dm <sup>2</sup>
Rodillo de campo	4.2	225kg/m	3.64HP/m
Distribuidora de fert.	4.6		1.00HP/m
Sembradora de granos	4.5	170kg/m	3.95HP/m
Sembradora de preci- sion	4.2	130kg/unidad	2.10HP/unid
Sembradora de papas	2.0	260kg/hilera	2.00HP/hile
Surcadoras	4.0	220kg/surco	3.40HP/surc
Cultivadora en hileras	3.2	30kg/dm <sup>2</sup>	0.36HP/dm <sup>2</sup>
Aspersora-nebulizadora	4.8	110kg/m	2.00HP/m
Segadoras	4.5		3.14HP/m
Rastrillo de heno	4.8	170kg/m	3.14HP/m
Picadora-sopladora	4.0		20.00HP/m
Hileradora	7.5		6.50HP/m
Enfardadoras	4.7		30.00HP
Cosechadora de maiz	3.6		10.00HP/hile
Cosechadora de papa	3.2		10.00HP/hile
Niveladora de campo	3.0	1,200kg/m	14.00HP/m
Topadoras	4.8	1,200kg/m <sup>3</sup>	22.00HP/m
Remolque-transporte	5.0	95kg/ton	1.40HP/ton

FUENTE: Belijn J.D. (1985).

Tanto las labores de labranza primaria como las de la labranza secundaria (preparación del terreno) son las actividades que demandan mayor capacidad de trabajo, por lo que al satisfacer los requerimientos de dichas labores, regularmente es posible cubrir las labores subsecuentes utilizando la misma fuerza de tracción (tractores), combinandolos con implementos propicios que permitan cumplir las labores en los tiempos estimados, principalmente en el caso de las labores que deben realizarse intempestivamente.

Para la labranza secundaria (rastreo), donde se lleva a cabo un trabajo relativamente más ligero, se pueden utilizar implementos de un ancho de trabajo mayor, por lo cual las labores se cubren en un lapso menor de tiempo. Dependiendo del manejo y características del suelo la misma labor se puede cubrir a mayor velocidad o incluso en un solo paso.

En este caso para la labor de rastreo podemos considerar como determinante la potencia de tracción calculada.

Tomando como ejemplo una rastra de discos (Cuadro 9) con ancho de trabajo de 2.0 m., así como una profundidad de trabajo 10 cm, lo que da una sección de trabajo de  $20 \text{ cm}^2$  y al multiplicar este valor por unidad de tracción del Cuadro 9 ( $60 \text{ kg/dm}^2$ ) tenemos:

$$20 \text{ dm}^2 \times 60 \text{ kg/dm}^2 = 1200 \text{ kg}$$

al considerar una velocidad de trabajo de 4 km/hr, la potencia --  
requerida a la barra de tiro será de:

$$0.92 \text{ HP/dm}^2 \times 20 \text{ dm}^2 = 18.4 \text{ HP}$$

el cual al comparar con estimaciones hechas en el caso de la la--  
bor de aradura, los requerimientos de potencia son menores, lo -  
cual podr a aprovecharse para realizar esta labor a mayor veloci-  
dad utilizando el mismo equipo de tracción estimado para la labor  
de arado.

De acuerdo al ancho de trabajo (2 m) y la velocidad (4 -  
km/hr usados en la determinación de la potencia y tomando una efi-  
ciencia de trabajo del 70% se contar a con una capacidad por cada  
equipo de:

$$CT = \frac{A \times V}{10} = \frac{2 \times 4}{10} = 0.8 \text{ has/hr}$$

$$CE = \left(\frac{E}{100}\right) CT = \left(\frac{70}{100}\right) 0.8 = 0.56 \text{ has/hr.}$$

Considerando 2 agregados o sea 2 tractores con el mismo-  
tipo de rastra, la capacidad se duplicar a a 1.12 has/hr y con  s-  
ta capacidad, las 100 has mencionadas para esta labor (2 pasos de  
rastra) se cubrir an en 89.28 hr, lo cual de acuerdo al tiempo -

estimado sería demasiado, ya que se están considerando 10 días - con un promedio de 8 hrs. de trabajo por día, lo que da 80 hr. -- disponibles para cubrir la labor.

Esta deficiencia puede quedar cubierta de diferentes formas; tratando de incrementar la capacidad efectiva de la labor, lo cual a su vez puede lograrse aumentando la eficiencia, con una mejor organización de trabajo, aumentar la velocidad de ejecución de la labor, si las condiciones del terreno lo permiten, así como la capacidad del equipo, o asignando más tiempo a la labor, siempre y cuando no se limite la ejecución de otras. Esto puede realizarse si se retrasa uno o dos días el tiempo estimado para las labores subsecuentes de siembra.

Para la siembra, por ser una labor que requiere menos potencia, si se considera un equipo con tres unidades sembradoras, es posible manipularlo con el mismo tractor estimado en las labores anteriores. En este caso lo más importante a considerar sería el suministro de insumos para realizar la labor de manera continua, contando con algún apoyo para el transporte de semilla, fertilizante e incluso combustible.

Considerando un equipo con tres unidades sembradoras se contaría con un ancho de siembra igual a 2.46 m. La distancia entre hileras es de 0.82 m, con lo que se puede estimar una capacidad de:

Ancho de siembre 2.46 m.  
 Velocidad estimada 6 km/hr.  
 Eficiencia 60%

$$CT = \frac{A \times V}{10} = \frac{2.46 \times 6}{10} = 1.48 \text{ has/hr}$$

$$CE = \frac{E}{100} CT = \frac{60}{100}$$

Requiriéndose para las 50 has un tiempo estimado de 66-- hrs. de trabajo que con un promedio de 8 hrs. por jornada diaria, la labor se concluiría en 7 días.

La aplicación de herbicida es una labor que debe llevarse a cabo de manera más rápida, para obtener los efectos deseados (aplicación de herbicida de acción preemergente después de la siembra), lo cual puede realizarse utilizando un ancho de cobertura más amplio, así como la adecuada planeación de la labor (calibración de equipo para la máxima velocidad de trabajo, apoyo para la preparación y transporte de la mezcla, etc.) ya que igualmente se trata de una labor que demanda poca potencia.

Características de equipo y la labor:

Aspersor con barra de aspersión de 11 boquillas separadas cada 50 cm.

Ancho total de cobertura 5.5 m.  
 velocidad de aplicación 4 km/hr,  
 Eficiencia 50%.

$$CT = \frac{AxV}{10} = \frac{5.5 \times 4}{10} = 2.2 \text{ has/hr}$$

$$CE = \frac{E}{100} CT = \frac{50}{100} (2.2)$$

Con esta capacidad en jornadas de trabajo de 8 hrs. --- por día se podría realizar la labor en un tiempo de 5.68 días.

En esta estimación teórica, se puede observar que el tiempo necesario de trabajo se reduce considerablemente por las características de las labores, por lo que de acuerdo a la planeación y organización, los trabajos de siembra, fertilización y aplicación de herbicida se podrían realizar en 18 días aproximadamente, no existiendo problema en cuanto al tiempo que está considerado en el mes de mayo donde se contaba con 20 días disponibles. Así mismo el tiempo para realizar la labor puede disminuir aún más, pues las estimaciones hechas únicamente consideran el uso de un equipo (utilizando un tractor en cada labor) y si tomamos en cuenta que en las labores de preparación del terreno se calcula la necesidad de dos tractores, al existir esta disponibi-

lidad sería posible, ya sea, prescindir de un tractor para reducir los costos, o de contar con los dos permanentemente, realizar labores simultáneamente. Iniciando la siembra con el uso de un tractor y utilizando el otro con el equipo de aspersión, con lo que se podrían realizar las labores casi al mismo tiempo, reduciéndose a la mitad el tiempo estimado para efectuarlo. Claro que para este caso sería necesario más trabajo y organización para el apoyo de cada labor.

En las actividades de escarda y fertilización se presentan casos similares, ya que se pueden implementar agregados de ancho de trabajo igual o mayor que lo usado para la siembra y dependiendo del número de pasos que se den (por lo menos dos), será el tiempo necesario para ejecutar los trabajos. Utilizando cultivadoras de tres cuerpos se podría tener una capacidad similar o mayor que la labor de siembra, por lo que para el tiempo disponible durante el mes de junio podría ser suficiente para ejecutar la labor con un solo equipo, más en el caso de utilizar dos tractores.

En el caso de la cosecha y particularmente para este tipo de manejo de cultivo, se presenta una alta demanda en la capacidad de trabajo, ya que para la cosecha de maíz forrajero, si la idea es producir ensilaje es necesario contar con el equipo para el procesado de la cosecha (picadora), así como el equipo de transporte del mismo, ya que se presentan puntos óptimos de cose-

cha en los que se debe aprovechar el mayor valor nutritivo del cultivo.

En este caso se puede partir al determinar el rendimiento medio del cultivo que para el caso del maíz en esta zona puede ser de 80 toneladas por hectárea; ahora, conociendo el tiempo disponible para realizar la labor se tiene que:

Días disponibles 25.

Horas de trabajo por día 8 hrs.

Total de horas disponibles 120 hrs.

Capacidad efectiva 4000 ton/120 hrs (33.3 ton/hr)

Por lo que se debe de pensar en un equipo que tenga tal capacidad, la cual se deberá de analizar por medio de la selección del equipo, a través de conjugar la velocidad de desplazamiento, ancho de trabajo, capacidad de procesamiento y potencia requerida.

Una cosechadora de un surco recolectará a una velocidad de 4 km/hr:

$$Ct = \frac{A \times V}{10} = \frac{0.82 \times 4}{10} = 0.328 \text{ has/hr}$$

Que de acuerdo al promedio de producción tendría una-

capacidad de 26.24 ton/hr, por lo que se requiere un equipo --- (tractor y cosechadora) que cuente con una capacidad de cosecha - de 26.4 ton/hr, contando con alternativas de selección de equipo- como ampliar el ancho de cosecha con una máquina que cuente con - un cabezal de corte de dos hileras o de otra forma utilizando dos o tres cosechadoras de un solo surco, con el fin de realizar la - labor en el tiempo disponible.

De esta manera se puede plantear alguna forma de determinar la cantidad y características del equipo mecanizado que es necesario en algún tipo de explotación.