



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA
ACTUAL PROYECTO DE MECANIZACION AGRICOLA EN EL
EJIDO DE SAN JERONIMO XONACAHUACAN MUNICIPIO DE
TECAMAC ESTADO DE MEXICO"**

TRABAJO DE SEMINARIO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
FABIAN PEREZ PEREZ**

ABESOR: ING. CARLOS GOMEZ GARCIA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO,

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTTLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: OFICIO DE TERMINACION
DE LA PRUEBA ESCRITA

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTTLAN
PRESENTE

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S.-C.

Con base en los art. 19 y 20 del Reglamento General de Exámenes, informo a ud. que ha sido
concluido el trabajo de Seminario: Tópicos Selectos de la Producción Agrícola
Actual. Proyecto de Mecanización Agrícola en el Ejido de San Jerónimo...
Xonacahuacán, Municipio de Tecámac, Estado de México.

que presenta el pasante: Jabón Pérez-Pérez
con número de cuenta: 7727866-1 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Bajo mi asesoría, cubriendo los requisitos académicos

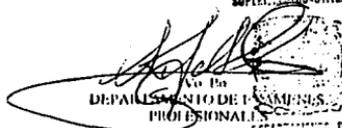
ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuahtitlán Izcalli, Edo. de Méx, a 6 de MARZO de 199 5


NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTTLAN


Yo, Dr.
DEPARTAMENTO DE EXAMENES
PROFESIONALES
DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL

FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

Ing. Carlos Gómez García por sus valiosas aportaciones para la realización de este proyecto y su gran responsabilidad a dirigirlo.

A maestros y amigos que me brindaron sus conocimientos y amistad a lo largo de desarrollo de mi vida estudiantil.

A todas las personas que con su apoyo hicieron posible la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi madre Ma. Asunción Pérez Mandujano por su cariño, por impulsarme y apoyarme siempre a ser una persona mejor cada día.

A mi padre José Pérez Arreguin por su apoyo, comprensión y cariño.

A mi hermano Nemesio Pérez Pérez por apoyarme siempre y a toda nuestra familia.

A mis hermanas y hermanos Guadalupe, Flora, Margarita, Esther, María Elena, Nicolás y Francisco por brindarme su cariño y apoyo.

**“ Hay Hombres que luchan un día
y son buenos,
Hay otros que luchan un año
y son mejores,
Hay quienes luchan muchos años
y son muy buenos,
pero hay quienes luchan toda la vida
esos son los imprescindibles “.**

Bertolt Brecht.

INDICE

Página

Introducción.....	1
Objetivos.....	3
I.-REVISION BIBIOGRAFICA.....	4
1.1 Agroambiente.....	4
1.1.1 Climatología.....	4
1.1.1.1 Precipitación.....	6
1.1.1.2 Evaporación.....	6
1.1.1.3 Heladas.....	6
1.1.2 Suelos.....	6
1.1.3 Uso Agrícola.....	6
1.2 La mecanización agrícola.....	7
1.2.1 Condiciones de uso de la maquinaria.....	9
1.2.2 Limitantes de la mecanización.....	10
1.2.3 Capacidad de las máquinas.....	10
1.2.3.1 Implementos necesarios.....	15
1.2.3.2 Dias de trabajo disponible.....	17
1.2.3.3 Promedio de horas de trabajo.....	17
1.2.4 Potencia.....	18
1.2.4.1 Potencia en el tractor.....	18
1.2.4.1.1 Potencia de un motor.....	19
1.2.4.1.2 Potencia a la toma de fuerza.....	20
1.2.4.1.3 Potencia a la barra de tiro.....	20
1.2.4.1.4 Potencia de sistema hidráulico.....	20

1.2.4.2 Cálculo de la potencia en el tractor.....	22
1.2.4.2.1 Resistencia al corte.....	23
1.2.4.3 Pérdidas de Potencia.....	24
1.2.4.3.1 Resistencia a la rodadura.....	24
1.2.4.3.2 Efecto de la altitud y temperatura.....	25
1.2.4.3.3 Deslizamiento o patinaje.....	25
1.2.4.3.4 Efecto de la pendiente.....	26
1.2.4.3.5 Pérdidas por fricciones en la transmisión.....	27
1.2.5 Sistema tecnológico de producción.....	27
1.2.5.1 Maíz.....	28
1.2.5.2 Trigo.....	30
1.2.6 Selección de maquinaria.....	32
1.2.7 Evaluación de costos de la maquinaria agrícola.....	34
1.2.7.1 Costos fijos anuales.....	35
1.2.7.1.1 Depreciación.....	35
1.2.7.1.2 Interés anual sobre la inversión.....	36
1.2.7.1.3 Impuestos.....	37
1.2.7.1.4 Seguro.....	37
1.2.7.1.5 Almacenaje.....	38
1.2.7.2 Costos variables.....	39
1.2.7.2.1 Reparaciones y mantenimiento.....	41
1.2.7.2.2 Consumo de combustible.....	42
1.2.7.2.3 Lubricantes.....	44
1.2.7.2.4 Grasa.....	44
1.2.7.2.5 Filtros.....	44
1.2.7.2.6 Llantas.....	44
1.2.7.2.7 Mano de obra.....	45

1.2.7.3 Gastos por Administración.....	45
1.2.7.4 Costos por hectárea.....	45
II.-METODOLOGIA.....	47
III.-SIMULACION DE RESULTADOS.....	53
3.1 Determinación de la potencia necesaria a la barra de tiro.....	56
3.1.1 Cálculo de la potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo al corte.....	56
3.1.2 Pérdidas por fricciones en la transmisión.....	57
3.1.3 Resistencia a la rodadura.....	57
3.1.4 Potencia necesaria para contrarrestar el efecto de la altitud y la temperatura.....	57
3.1.5 Efecto de la pendiente.....	58
3.1.6 Pérdidas por efecto de patinaje.....	59
3.2 Resultados de costos.....	60
3.2.1 Costos del tractor.....	60
3.2.1.1 Costos fijos en el tractor.....	60
3.2.1.2 Costos variables en el tractor.....	61
3.2.1.3 Cálculo de costos por hectárea de uso de e tractor en la aradura.....	61
IV.-ANALISIS DE RESULTADOS	75
V.-CONCLUSIONES.....	77
ANEXOS.....	80
VI.-BIBLIOGRAFIA	86

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Elementos necesarios para calcular la capacidad requerida.....	16
Cuadro 2. Potencia del tractor.....	19
Cuadro 3. Resistencia específica del suelo al corte.....	28
Cuadro 4. Coeficiente de resistencia a la rodadura (K).....	29
Cuadro 5. Presión barométrica según altitud.....	29
Cuadro 6. Capacidad diaria requerida por labor.....	50
Cuadro 7. Número de máquinas necesarias por operación o agregados.....	51
Cuadro 8. Estudio de costos de operación de las máquinas.....	52
Cuadro 9. Capacidad diaria requerida por labor.....	54
Cuadro 10. Número de máquinas necesarias por operación o agregados.....	55
Cuadro 11. Pérdidas más importantes en el cálculo del motor requerido.....	59
Cuadro 12. Factores que se consideran en el cálculo del tractor requerido.....	60
Cuadro 13. Costos de operación del tractor.....	61
Cuadro 14. Costos del arado.....	62
Cuadro 15. Costos totales de la aradura.....	62
Cuadro 16. Costos de la rastra.....	63
Cuadro 17. Costo total del rastreo.....	63
Cuadro 18. Costos de la sembradora unitaria.....	64
Cuadro 19. Costo total de la siembra de maíz.....	64
Cuadro 20. Costos de la cultivadora.....	65
Cuadro 21. Costos totales de la operación de cultivo.....	65
Cuadro 22. Costos de la ensiladora.....	66
Cuadro 23. Costos totales de la operación de cosecha de maíz forrajero.....	66

Cuadro 24. Costos de la sembradora de grano fino.....	67
Cuadro 25. Costos totales de la siembra de trigo.....	67
Cuadro 26. Costos de la aspersora.....	68
Cuadro 27. Costo total de la aplicación de plaguicidas.....	68
Cuadro 28. Costos de la fertilizadora.....	69
Cuadro 29. Costo total de la fertilización.....	69
Cuadro 30. Costos de operación de la combinada.....	70
Cuadro 31. Costo total de la operación de cosecha de trigo.....	70
Cuadro 32. Máquinas requeridas por mes.....	71
Cuadro 33. Establecimiento de las tarifas por labor.....	72

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Mapa de municipio de Tecámac.....	5
Figura 2. Valores de potencia expresados en porcentajes.....	21
Figura 3. Sistema tecnológico para producción de maíz forrajero.....	31
Figura 4. Sistema tecnológico para producción de trigo.....	33

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende ser una guía de los métodos y los procedimientos de selección y determinación del costo de los sistemas e insumos de mecanización agrícola adecuados, desde el punto de vista técnico, financiero, económico y social a los programas de desarrollo rural del ejido de San Jerónimo Xonacahuacán y de otros que tengan características similares.

En México poco desarrollo ha alcanzado la mecanización agrícola en los predios pequeños y medianos, mientras que la adopción de los equipos y máquinas se ha logrado en forma más satisfactoria en los predios de 20 hectáreas en adelante. Esto se debe al tamaño de los equipos y tractores existentes en los mercados mundiales, cuya potencia oscila entre los 60 y 80 caballos de fuerza. Algunos agricultores se han aventurado a introducir equipos de esas magnitudes en predios de menor tamaño (con el apoyo del crédito oficial) pero los resultados han sido poco recomendables, debido al alto costo de producción que implica su utilización. Esto resulta peor si el agricultor usa esta maquinaria exclusivamente en forma individual.

El rendimiento óptimo de la maquinaria agrícola se logra cuando el rendimiento económico de todo el sistema de máquinas se ha maximizado. El rendimiento de un sistema de máquinas sólo es lucrativo cuando se puede agregar valor a los productos y procesos superior al costo de operación del sistema.

Una segunda medida del rendimiento económico de una máquina es la efectividad con la que se aplica la potencia para alcanzar los objetivos de la producción agrícola. La

comprensión cabal de la naturaleza de la potencia y de su uso óptimo es esencial para el buen uso de la maquinaria.

Un administrador debe considerar el tipo, la cantidad y el valor de el trabajo que se va a requerir de un operador, cuando se planea para una producción agrícola mecanizada. Además que actualmente se requiere por ley que el administrador proporcione un ambiente seguro y educación de seguridad en lo que se refiere a la operación del equipo.

Las determinaciones se refieren a problemas tales como el cálculo de los costos de operación, la elección del tamaño económicamente óptimo, la medición de la eficiencia, determinación de la cantidad de equipo que debe poseerse, etc.

La cantidad y tipo de equipo dependerá de varios factores como son: el clima, suelo, sembradíos, tamaño de explotación topografía de los predios, etc.

Se considera que el tener demasiada maquinaria incrementa los costos fijos, y la falta lleva a no realizar a tiempo las operaciones de cultivo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Integrar una metodología de trabajo para el desarrollo técnico administrativo de un proyecto de mecanización agrícola durante el ciclo productivo primavera-verano; en el área agrícola de el ejido de San Jerónimo Xonacahuacán, Municipio de Tecámac Estado de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Seleccionar el tamaño y cantidad de maquinaria agrícola necesaria para las labores mecanizadas del área agrícola delimitada de acuerdo a sus características.

Calcular los costos de operación de cada una de las operaciones agrícolas para determinar las tarifas por hora, por año y por hectárea.

CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Agroambiente

Este trabajo se desarrolla en el área agrícola del Ejido de San Jerónimo Xonacahuacán, Municipio de Tecamác, Estado de México. Geográficamente se localiza entre los 19° 45' de latitud norte y a los 98° 57' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El ejido se encuentra dividido en cinco secciones: sección Bistrain, la Redonda, sección Santa María, el Tejocote y la sección Cerro Colorado. Los cuales están dispersos de la comunidad en un radio de aproximadamente 3 kilómetros, ver Fig. 1.

La altura del ejido va de los 2340 m.s.n.m. a los 2370 m.s.n.m.. Con características topográficas de terrenos planos en cuatro de sus secciones, sólo la sección Cerro Colorado es la más accidentada y alta por ubicarse en las inmediaciones del cerro del mismo nombre.

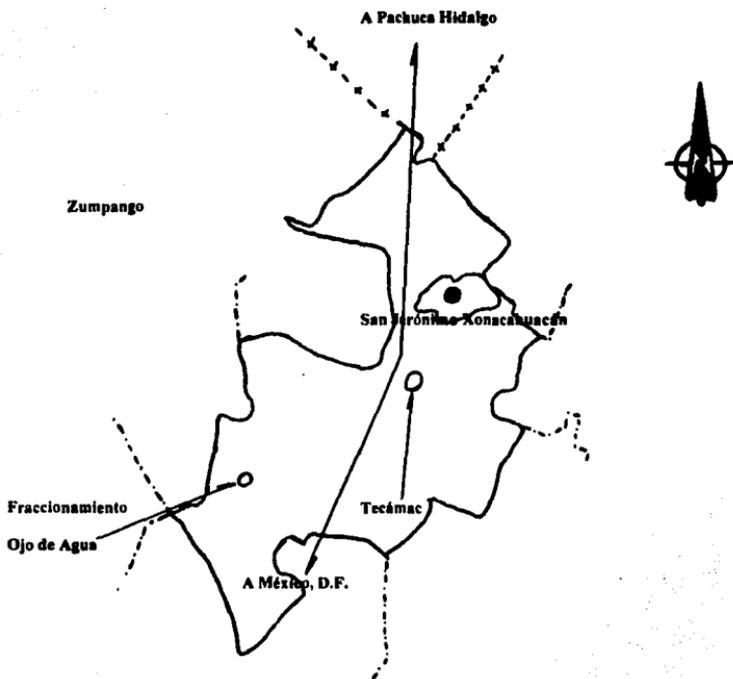
La zona de estudio comprende una superficie de 350 hectáreas de tenencia ejidal y 200 hectáreas de pequeña propiedad, sumando un total de 550 hectáreas en este estudio se incluirán los dos tipos de tenencia.

La superficie agrícola es de temporal. Las labores agrícolas se realizan con maquinaria principalmente.

1.1.1 Climatología

El clima predominante en la localidad es templado semiseco con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 16.1 °C. La máxima extrema es de 39.5 y la mínima extrema es de -7 °C. Con una máxima de 25.6 y una mínima de 6.7 °C.

Figura 1. Mapa del Municipio de Tecámac, México.



Fuente: Sistema Estatal de Información.

1.1.1.1 Precipitación

La precipitación promedio anual es de 641.5 mm.

1.1.1.2 Evaporación

La evaporación es de 1495.3 mm anuales.

1.1.1.3 Heladas

La estación reporta una media de 55.14 heladas al año, en un periodo que comprende octubre-marzo. El mes que sobresale por su número de heladas es enero, con 15.45. Este fenómeno también se ha presentado con una y dos heladas cada 10 años respectivamente.

1.1.2 Suelos

Las unidades de suelo de este ejido según cartas elaboradas por el INEGI, son del tipo Feozem Haplico, los cuales se caracterizan por poseer una capa rica en materia orgánica y nutrientes. Son suelos que toleran exceso de agua, con drenaje , fertilidad moderada. Permeables.

1.1.3 Uso agrícola

En la agricultura que se practica en el Ejido de San Jerónimo Xonacahuacán las tierras de cultivo se hallan bajo el régimen de temporal, produciendo por tanto en el ciclo primavera-verano. La superficie ejidal es de 350 hectáreas y la pequeña propiedad es de 200 hectáreas.

El cultivo principal es el maíz; le siguen en importancia el trigo, frijol, avena y triticale introducido últimamente.

El maíz como forraje ensilado, es aprovechado por los agricultores del ejido que tienen ganado bovino y otros lo venden a la cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo, la cual se encuentra a escasos 10 kilómetros de este ejido.

1.2 La mecanización agrícola

Cualquier máquina, herramienta o sistema que ayude a realizar un trabajo agrícola efectivo sin importar que tan complejo o simple sea éste, es considerado mecanización.

La mecanización significativa incluye la eficiente utilización de todos los recursos y energía disponible - humana, animal, combustibles fósiles, viento, agua, etc.

La mecanización agrícola tiene tres objetivos primarios

- a) Reducir el trabajo pesado de la agricultura
- b) Incrementar la productividad de los agricultores
- c) Incrementar las oportunidades y calidad del trabajo agrícola.

Un adulto puede producir aproximadamente 150 watts de potencia por hora, o 0.15 kilowatt-hora de energía mientras se trabaja continuamente. Un buen tractor que use combustible diesel puede producir 3 kw-h de energía por litro de combustible. Así un ser humano trabajando como unidad de potencia es equivalente a sólo 0.05 litros por hora de combustible diesel. Si el costo del combustible fuera de N\$1.00 por litro, un ser humano valdría sólo 0.5 centavos por hora como fuente de potencia.

La mecanización permite a los agricultores escapar de una vida pesada recibiendo una paga muy baja al multiplicar sus esfuerzos más allá de lo que sus propios músculos

podrían lograr. La productividad es aumentada cuando los agricultores usan la mecanización. Este incremento se logra al aumentar la productividad por hectárea y por hora de trabajo. Aunque las semillas mejoradas, los herbicidas, los fertilizantes y otros insumos agrícolas jueguen un papel importante en estas productivas ganancias.

Hay un tiempo óptimo para la realización crítica de las operaciones agrícolas tales como plantar y cosechar. Los rendimientos de los cultivos tienden a ser muy altos cuando estas operaciones críticas son hechas muy cerca del tiempo óptimo. Los agricultores con maquinaria de grandes capacidades pueden realizar operaciones críticas rápidamente y así ejecutarlas cerca del tiempo óptimo. La mecanización también puede mejorar la calidad de las operaciones agrícolas. Por ejemplo los arados jalados por tractores agrícolas modernos pueden cultivar el suelo más profundamente que un arado de madera que alguna vez fué jalado por tiro animal.

El ritmo de introducción de los tractores a las zonas rurales varía según la operación agrícola del ciclo de cultivo y el tamaño de las propiedades. Se mecanizan primero las labores de preparación del suelo y el transporte de productos que involucra necesidades altas de potencia, y sólo mucho después las labores propiamente culturales, como los deshierbos o la cosecha, que requieren alto grado de control y versatilidad por parte de las máquinas. (Binswanger; 1984). Los tractores son rápidamente introducidos en las grandes propiedades, además de permitir la ampliación de la superficie cultivada.

No puede decirse que la mecanización sea inherentemente positiva o negativa. Sus efectos dependen del entorno económico en el que tiene lugar y de los mecanismos institucionales que se utilizan para fomentarlo. Desde el punto de vista macroeconómico ha resultado beneficioso, en términos de crecimiento agrícola y empleo, para aquellos casos en los que el trabajo es escaso en relación con la tierra y en donde la tierra es abundante, existe una fuerte demanda de trabajo en otros sectores de la economía y hay una creciente demanda final de los productos agrícolas.

1.2.1 Condiciones de uso de la maquinaria

Lo primero es el tipo de cultivo de que se trate y métodos de explotación, las condiciones diferentes de relieve y los tipos de suelo que afectan la eficiencia con que trabaja la máquina, los contenidos de humedad del suelo que en un momento dado puedan dificultar alguna labor. La forma y tamaño de los terrenos que facilitan o dificultan las labores.

La pendiente del terreno juega un papel muy importante en la mecanización debido a ser una limitante para su introducción, conforme aumenta; por eso en algunos lugares se trata de nivelar se es posible, para que no existan variaciones bruscas de terreno; además de remover obstáculos como piedras principalmente que dañan los implementos y así facilitar el trabajo diario. Por esto también se debe contar con caminos amplios y planos que facilitan el tránsito de maquinaria.

Para las distancias de transporte, éstas deben tratarse de hacer cortas en los traslados de los cobertizos a los lugares de trabajo, siendo necesario en algunos casos establecer cobertizos temporales, donde se puedan hacer los servicios. (Tsujimoto; 1990)

1.2.2 Limitantes en la mecanización

1. Disponibilidad de la maquinaria adecuada
2. Disponibilidad de crédito
3. Disponibilidad de servicios de reparación y mantenimiento
4. Parcela media demasiado pequeña
5. Acceso a los campos y pendiente de los mismos
6. Forma irregular de los campos
7. Pérdidas de tiempo en el trabajo con las máquinas
8. Disponibilidad de operadores capacitados
9. Agricultura regionalizada estacional
10. Días disponibles para trabajar en el campo
11. Etapa de crecimiento de cultivo

1.2.3 Capacidad de las máquinas

Al calcular las capacidades de las máquinas, se podrán realizar los trabajos oportunamente, optimizando su uso; de tal manera que su rendimiento total reditue las máximas ganancias a la empresa agrícola.

Por ello es necesario optimizar:

- El rendimiento de la maquinaria
- El rendimiento de la potencia
- El rendimiento del operador

Es necesario establecer un plan que permita usar correctamente el equipo de acuerdo a las circunstancias locales en que trabajará; para esto se presenta el diagrama 1, el cual muestra los conceptos que serán necesarios para determinar con cuanta maquinaria se puede cubrir el lugar.

El rendimiento del trabajo se expresa en cantidad sobre tiempo; en este caso es la cantidad de trabajo - labor - que una máquina realiza por unidad de tiempo.

Dependiendo del tipo de labor que se realiza se clasifica en:

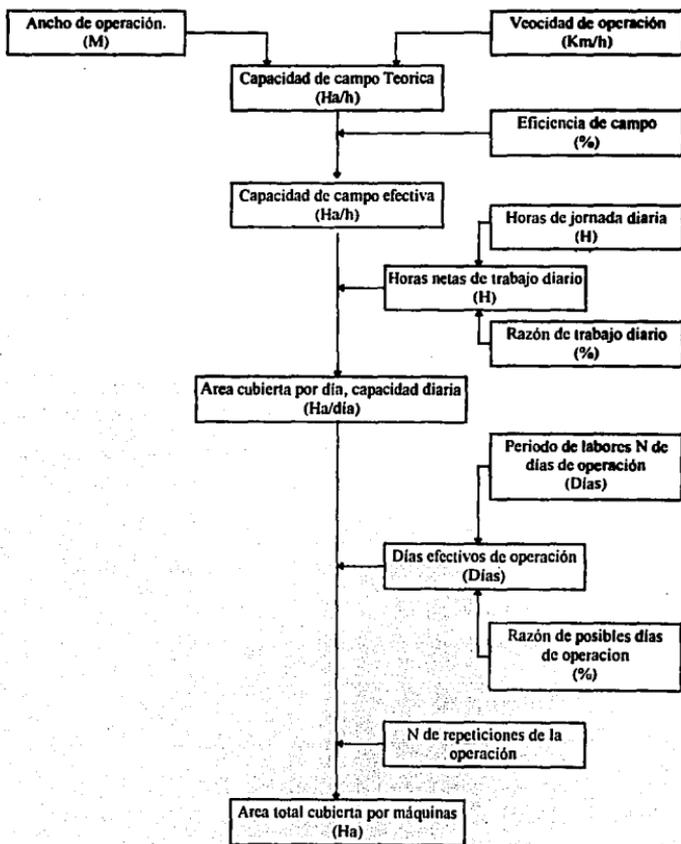
- Capacidad de campo, es la cantidad de superficie que una máquina como agregado y otras máquinas autopropulsadas realiza por unidad de tiempo., se expresa en número de hectáreas por hora trabajada.
- Capacidad de material, es la cantidad parcial de material que una máquina (como una combinada) procesa por unidad de tiempo, se expresa en toneladas de grano cosechado por hora trabajada; hectolitros recolectados por hora, etc.
- Capacidad de producción; es la cantidad total de producción que una máquina procesa por unidad de tiempo, se expresa en toneladas totales (como el grano y la paja que entran al cabezal de una combinada) por hora trabajada; o tratándose de una empacadora en número de pacas por hora, etc.

Para representar la capacidad de campo hay dos formas; la primera es la teórica:

$$CCT = \frac{a \times V}{10} \dots\dots\dots (1)$$

- Donde :
- CCT = Capacidad de campo teórica (ha/hr)
 - a = Ancho de trabajo (m)
 - V = Velocidad de avance (km/hr)

Diagrama 1. Conceptos para calcular el área cubierta con maquinaria agrícola.



Fuente: Tsujimoto; 1990.

Las pérdidas de tiempo en el trabajo con las máquinas da lugar a no terminar a tiempo las labores en el plazo fijado, o no llevarlas a cabo, así como la calidad de las labores se ve afectada. Todo lo anterior influye en el rendimiento o productividad de las máquinas. Una condición importante para el uso racional de las máquinas y evitar pérdidas de tiempo, es analizar el tiempo de trabajo. (García, 1991)

En la agricultura el tiempo juega un papel muy importante. Aquí se puede clasificar dos tipos de tiempo (García, 1991):

1. El tiempo como periodo
2. El tiempo climático

Si nos referimos al tiempo no se puede pasar por alto el segundo, puesto que, los procesos de producción agrícola están influenciados y muchas de las veces dependen casi completamente de las condiciones meteorológicas de la atmósfera. Estas condiciones pueden influir considerablemente en el empleo de las máquinas agrícolas en cualquiera de las etapas del proceso productivo; es ahí donde radica su importancia. Pero ahora como se considera al tiempo como periodo.

En la producción agrícola se tiene trabajo de temporada o estacional y además el trabajo dentro de una temporada depende del buen tiempo climático, por ejemplo la precipitación, así como la etapa de crecimiento de las plantas y de las condiciones de la maquinaria agrícola. Por esta razón los días disponibles para trabajar en el campo están limitados, por eso las labores de cultivo deben terminarse en un plazo determinado.

Las pérdidas de tiempo en el trabajo con máquinas da lugar a que el agricultor no pueda cumplir con el trabajo conforme al término fijado o bien que de ninguna manera se pueda realizar, así como también no pueda llevarse a cabo las labores con la calidad requerida y eso afecta el rendimiento.

La solución podría ser, aumentar el número de máquinas para lograr el plazo fijado en las labores, sin embargo, llegará a ser antieconómico a partir de un límite determinado. (García, 1991)

Una condición importante para el uso racional de las máquinas y evitar pérdidas de tiempo es entre otros, el análisis exacto del tiempo de turno de la máquina; para ello se establecerá el tipo y número de máquinas adecuadas; de acuerdo al sistema que se pretende establecer.

La eficiencia del tiempo es un porcentaje que expresa la razón del tiempo que una máquina funciona efectivamente con el tiempo total que se asigna a la máquina para la operación. Cualquier tiempo que la máquina no esté procesando efectivamente se considera tiempo desperdiciado. (Donnel Hunt; 1983)

La capacidad de campo efectiva es el trabajo real realizado por la máquina en un periodo de tiempo y su obtención se hace a partir de la siguiente fórmula:

$$CCE = \frac{a \times V \times E}{10} \dots \dots \dots (2)$$

Donde : CCE = Capacidad de campo efectiva (ha/hr)
E = Eficiencia (decimal)

La eficiencia en campo es la proporción en tiempo que se aprovecha productivamente con relación al tiempo total empleado, expresado en porcentaje. Esto es:

$$E = \frac{Tu}{Tt} \times 100 \quad (\%) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Donde : E = Eficiencia
 Tu = Tiempo útil
 Tt = Tiempo total

Dicho de otra manera, es aplicar que la CCE es menor con respecto a la CCT; la cual se llama eficiencia y se expresa:

$$E = \frac{CCE}{CCT} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Esta forma es practicada en campo pero es válido emplear tablas elaboradas como las que se muestran en el anexo 1; las cuales nos dan una idea de las velocidades y eficiencia, que se puede obtener en diferentes labores, estos datos se obtuvieron a partir de rendimiento medios.

1.2.3.1 Implementos necesarios

Para saber cuántos implementos se necesitan se debe conocer el ancho, el cual se determina, conociendo la eficiencia, capacidad de campo efectiva requerida, para cumplir con el programa de trabajo en el tiempo estimado a partir de una velocidad de avance empleando la fórmula siguiente:

$$CCE = A \times V \times E \times 0.1$$

Despejando:

$$A = \frac{CCE}{V \times E \times 0.1} \dots \dots \dots (5)$$

Donde : A = Ancho del implemento necesario (m)

De esta forma se puede determinar la capacidad requerida en los diferentes tipos de trabajo, para luego seleccionar la maquinaria adecuada. Así se podrá determinar el número de implementos a utilizar.

Se hace un cuadro para establecer la capacidad de campo efectiva requerida, ésta se determina en base a la cantidad, tipo de trabajo, época de ejecución y tiempo disponible.

Cuadro 1. Elementos necesarios para calcular la capacidad requerida

Cultivo	Labor	Superficie (ha)	Fecha	Días netos disp.	Jornada (hr/día)	Tiempo total disp. (hr)	Cap. Efect. Req. (ha/hr)

Fuente: Murillo; 1985.

1.2.3.2 Días de trabajo disponibles

Quando se destina un periodo de tiempo a cierta labor agrícola, no todo ese tiempo puede ser utilizado para el trabajo; por lo tanto, existen días disponibles y días indispuostos para el trabajo. Los días disponibles son aquellos que se debe y puede trabajar por existir las condiciones para ello. Los días indispuostos son aquéllos que no permiten realizar las actividades agrícolas por esta sujetos a condiciones climáticas (lluvia), o a los días festivos.

Se pueden calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$Dtd = Pt - di \quad \dots \dots \dots (6)$$

Donde : pt = Periodo total para realizar el trabajo (días)

 di = Días indispuostos (días)

 Dtd= Días de trabajo disponibles (según fenología de cultivo) (días)

1.2.3.3 Promedio de horas de trabajo

Esto sirve para determinar la utilización de la máquina; siendo el tiempo efectivo de trabajo determinado por:

1. Distancia del almacén a la parcela
2. Inspección del equipo
3. Posibles tiempos de reparación
4. El tiempo del operador
5. Horas de espera para tener condiciones óptimas

Por lo tanto estas consideraciones producirán el índice promedio de horas trabajadas; que es el horario realmente aprovechado. Se calcula por medio de la fórmula:

$$Htd = J - ti \quad \dots \dots \dots (7)$$

Donde : Htd = Horas de trabajo por día (hr)

J = Duración de jornada diaria (hr)

ti = Tiempos inútiles (hr)

1.2.4 Potencia

Es una parte decisiva en la producción agrícola debido a que su uso efectivo permitirá alcanzar los objetivos de la producción agrícola, mediante el uso óptimo de la potencia que es esencialmente para el aprovechamiento de la máquina.

Para poder entender la potencia ésta se define como el trabajo efectuado por unidad de tiempo. Debido a que el trabajo es la aplicación de una fuerza a través de una distancia.

A la unidad de potencia del Sistema Internacional (SI) se ha denominado Watt y equivale a un Newton fuerza aplicado a través de un metro de distancia en un segundo. Las equivalencias más importantes en el cálculo de la potencia de las máquinas agrícolas pueden consultarse en el anexo 2. Esto nos facilita las conversiones de unidades.

La potencia se puede manifestar en forma lineal cuando se ejerce una fuerza con una velocidad lineal. La potencia rotatoria se transmite a través de cuerpos en rotación y parte del concepto de par motor (momento de torsión) que es el producto de la longitud de un brazo de palanca y de una fuerza que actúa perpendicularmente en el extremo libre del brazo.

1.2.4.1 Potencia en el tractor

Los tractores transmiten potencia de varias maneras como lo muestra el Cuadro 2:

Cuadro 2. Potencia del tractor.

Potencia de un motor	} Potencia indicada Potencia al volante
Potencia a la toma de fuerza (TDF)	
Potencia a la barra de tiro (BDT)	
Potencia al sistema hidráulico	

Fuente: Liljedhal; 1991

1.2.4.1.1 Potencia de un motor

Un motor transforma energía química de un combustible en energía mecánica. Al quemarse la mezcla de aire combustible en el interior del cilindro se produce una presión sobre la cabeza del pistón. Esta presión depende del poder energético del combustible y la velocidad de desplazamiento. La presión promedio que actúa durante la carrera de impulso del motor, se llama presión efectiva media.

- **Potencia indicada.** Es la potencia teórica que un motor debe desarrollar a partir de la presión efectiva media que existe en la cabeza del pistón.
- **Potencia al volante.** Es la potencia máxima disponible en el volante de motor producto del par de torsión del volante y las revoluciones a las que gira dicha potencia; y es medida con un freno dinamométrico y un tacómetro, varía según las revoluciones por minuto; por eso el fabricante regula la bomba de inyección a la potencia máxima.

Cuando se prueba un motor, se tiene que saber bajo que norma se le realizó las mediciones debido a que se presentan cambios en entre los organismos. (Liljedhal; 1991)

1.2.4.1.2 Potencia a la toma de fuerza

La toma de fuerza lleva la potencia disponible del motor hasta la parte trasera del mismo obteniéndose en la flecha o eje de salida del tren de transmisión. Y sirve para accionar, desde el tractor, muchos tipos de implementos. La potencia generada en la TDF, es más pequeña que la potencia del motor, debido a pérdidas en la transmisión; éstas oscilan entre 5 a 15% (Liljedhal; 1991)

1.2.4.1.3 Potencia a la barra de tiro

Es la potencia de tracción que el tractor necesita par mover un implemento con cierta velocidad.

Saber la máxima potencia de BDT es normalmente el criterio de rendimiento más útil para tractores agrícolas. Por lo tanto estimar el máximo jalón de barra de tiro servirá para comparar y evaluar tractores.

1.2.4.1.4 Potencia del sistema hidráulico

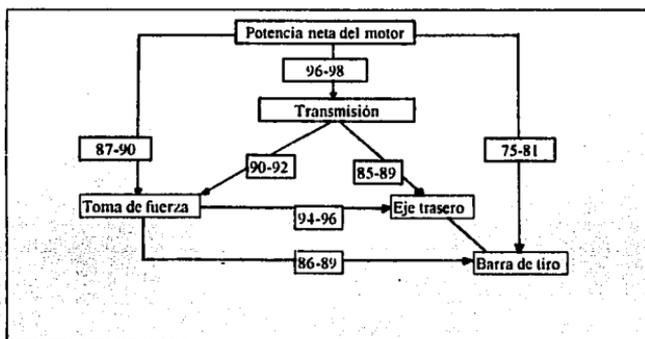
La potencia de un fluido es el producto de una estimación del peso del flujo y la resistencia a ese flujo, llamada carga de fluido. Esto resulta de relacionar la presión manométrica y la velocidad de flujo de aceite en el sistema. Es una aplicación directa de la fuerza hidráulica ligado al enganche de tres puntos, evolucionando gracias al esfuerzo envolvente que proporciona el enganche de tres puntos; aumentando considerablemente la tracción del tractor, debido a la mejor adherencia de los neumáticos sobre la superficie del terreno.

Al acoplar los implementos al enganche de tres puntos; las dos barras inferiores actúan en tensión y la barra superior en compresión, bajo condiciones de trabajo. (Soto; 1988)

En la figura 2 se indica la eficiencia de la transmisión de la potencia mecánica de un tractor, la cual es útil para hacer las estimaciones aproximadas a su aprovechamiento.

Además algunos implementos necesitan potencia eléctrica de los tractores

Figura 2. Valores de potencia expresados en porcentajes (Datos sobre concreto).



Fuente: Hunt; 1983.

Las pruebas del tractor sólo ocasionalmente son usadas directamente por los administradores de maquinaria, puesto que la potencia utilizable de un tractor proviene de la toma de fuerza, de las ruedas motrices, del alternador y de la bomba hidráulica; por ello a continuación presentamos una manera sencilla para calcularla de acuerdo a las posibles necesidades que se tengan.

1.2.4.2 Cálculo de la potencia en el tractor

Un tractor agrícola ideal es aquel en el cual el peso y la potencia de dicho tractor se encuentra en perfecto equilibrio que permita al mismo tiempo transmitir su potencia al enganche.

La potencia desarrollada en la barra de tiro y el peso total del tractor guardan relación entre sí; y tiene que estar bien equilibradas a fin de que el tractor pueda transmitir su potencia a la barra de tiro, sin que se produzca pérdida de tracción en las ruedas motrices o en los carriles de un tractor de oruga. (SEP; 1991)

El punto de acoplamiento de la barra de tiro en un tractor es un punto al cual los ingenieros dedican gran atención, ya que su correcta utilización dependerá del rendimiento mecánico y la seguridad de la conducción. Una barra de enganche mal ajustada no solamente afecta el equilibrio del tractor, sino que afecta el funcionamiento o eficiencia del implemento y origina mayores esfuerzos de arrastre. (Soto; 1988)

La fuerza de tracción se desarrolla en la barra de tiro por lo tanto es necesario conocer la carga de maquinaria agrícola en kilogramos y la velocidad en kilómetros por hora para calcular la potencia a la barra de tiro en kilowatt a partir de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{F \times V}{367} \dots \dots \dots (8)$$

- Donde :
- N = Potencia en la barra de tiro (Kw)
 - F = Fuerza (Kg)
 - V = Velocidad (Km/hr)

1.2.4.2.1 Resistencia al corte

Es la fuerza que se debe aplicar por unidad de área para cortar el suelo y moverlo con los implementos agrícolas. En el cuadro 3 se presenta una tabla de resistencia al corte.

La cantidad de suelo que se mueve a cierta profundidad ejerciendo una fuerza con el tractor. Esto es oponiendo a las máquinas una resistencia que fricciona los implementos, dificultando el desplazamiento.

$$ACP = P \times D \dots\dots\dots (9)$$

- Donde :
- ACP = Área de corte por disco (cm²)
 - P = Profundidad (cm)
 - D = Diámetro del disco (cm)

Para arados su corte es aproximadamente una tercera parte de su diámetro (para fines teóricos; siendo necesario precisar ésto para un trabajo más acertado).

Después se agrega el peso del implemento (Kg) al cual se suma la resistencia al corte.

De esta manera se puede estimar el número de cuerpos para realizar la aradura, según el tipo de terreno que es capaz de tirar un tractor con potencia conocida, seleccionándolo de acuerdo a la capacidad de tiro de tractor.

Posteriormente para calcular la potencia debida a la resistencia al corte se utiliza la fórmula 8 de potencia.

1.2.4.3 Pérdidas de potencia

Para aprovechar mejor la potencia al mecanizar se debe considerar los siguientes factores:

- Resistencia a la rodadura
- Deslizamiento o patinaje
- Efecto de la altitud y temperatura
- Efecto de la pendiente en los terrenos

1.2.4.3.1 Resistencia a la rodadura

Fuerza debida al peso necesario para mantener el equipo en movimiento con una velocidad constante, es decir, la fuerza aplicada para mover un vehículo y es afectado por:

- Estado y clase del terreno
- Peso del tractor
- Tipo de mecanismo de rodadura
- Inflado de neumático, tamaño y forma

La siguiente fórmula nos sirve para conocer la potencia necesaria para vencer la resistencia a la rodadura:

$$Pr = \frac{K \times W \times V}{270} \dots \dots \dots (10)$$

- Donde :
- Pr = Potencia para vencer la resistencia a la rodadura (HP)
 - W = Peso total del tractor (Kg)
 - K = Coeficiente de rodadura
 - V = Velocidad (km/hr)

La determinación de K se obtiene del Cuadro 4. Y se define como la razón de fuerza horizontal (Tiro) necesaria para jalar una rueda sobre una superficie horizontal con la fuerza vertical sobre el eje de esa rueda. (Murillo; 1985)

1.2.4.3.2 Efecto de altitud y temperatura

Los motores sufren pérdidas de potencia debido a la mayor altitud, el contenido de oxígeno es menor y por lo tanto disminuye la eficiencia de la combustión.

Para calcular las pérdidas es necesario conocer los caballos de fuerza (HP) del tractor, y la presión atmosférica del lugar donde se va a trabajar. (Maroni; 1989) Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$P' = \frac{CF \times b (273.0 + 20)}{760 \times (273 + T)} \dots \dots \dots (11)$$

Donde :

P' = Pérdida de potencia

CF = Caballos de fuerza a la barra de tiro (HP)

b = Presión barométrica en mm de Hg

T = Temperatura media de la región (°C)

Los datos de presión pueden obtenerse del cuadro 5.

1.2.4.3.3 Deslizamiento o patinaje

Se presenta entre el neumático y el suelo, cuando éste no es capaz de soportar la fuerza tangencial que se produce en la periferia de la rueda, produciéndose consecuentemente, roturación del terreno por esfuerzo cortante.

Los factores que influyen son:

- Fuerza tangencial en las ruedas motrices
- Tipo y condiciones del terreno
- Cohesión y rozamiento interno
- Peso sobre el neumático y área de contacto entre éste y el suelo
- Condiciones de los neumáticos.

Para contrarrestar los efectos del patinaje usualmente suele agregarse un 15 por ciento más de potencia. Aunque para probar los equipos puede usarse la fórmula:

$$Pa = \frac{Vs - Vc}{Vs} (100) \dots \dots \dots (12)$$

Donde :
Pa = Porcentaje de patinaje
Vs = Velocidad sin carga
Vc = Velocidad con carga

1.2.4.3.4 Efecto de la pendiente

Repercute en la potencia aumentando el peso de la carga que se debe mover y disminuye la potencia para realizar el trabajo. Esto es debido a que el peso ya no actúa perpendicularmente a la pendiente a través de las ruedas y los ejes, sino de una manera vertical con un ángulo igual al de la pendiente. (Murillo; 1985)

La pendiente es la tangente del ángulo entre la superficie del suelo y la vertical, expresada como un porcentaje. Primeramente se calcula la carga extra de la siguiente manera:

$$We = \frac{W \times m}{100} \dots\dots\dots (13)$$

- Donde :
- We = Carga extra en (kg)
 - W = Peso del tractor (kg)
 - m = Pendiente (%)

Después del resultado se sustituye en la fórmula 8 de potencia y de ahí se obtiene la pérdida.

1.2.4.3.5 Fricción entre los engranajes en la transmisión.

Debido a la fricción entre los engranajes en la transmisión del tractor, se pierde aproximadamente 15% de la potencia. (SEP; 1985)

1.2.5 Sistema tecnológico de producción.

En ellos se sintetizan las características específicas que adquieren los procesos productivos de acuerdo con las posibilidades y restricciones de los ambientes de producción y la incorporación de distintas opciones técnicas de labranza.

Se debe considerar que este proyecto pretende aprovechar la mecanización generando cierto nivel de productividad de la tierra (dado por la intensidad en el uso del suelo, el aporte de nutrientes y prácticas de cultivo) y una productividad de trabajo (relacionada con el grado de mecanización de las prácticas agrícolas). La combinación de una determinada intensidad en el uso del suelo y un cierto grado de mecanización da lugar al sistema tecnológico de producción.

1.2.5.1 Maíz (*Zea mays*, L.)

En este proyecto se dará más importancia al maíz forrajero, sin menospreciar la importancia que tiene el maíz dentro de la dieta del pueblo mexicano.

Cerca de esta zona agrícola, se encuentra el complejo lechero más grande del Estado de México, la cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo, la cual demanda grandes cantidades de maíz forrajero para mejorar la alimentación del ganado e incrementar la producción de leche.

El maíz es una de las plantas forrajeras que por su gran rendimiento, calidad nutritiva y adaptabilidad a las regiones temporales representa una de las alternativas más adecuadas para alimentar al ganado bovino.

Cuadro 3. Resistencia específica del suelo al corte

Textura	Resistencia al corte	log ₁₀ c
Limoso		0.2109
Limo-arenoso	0.2109	0.2812
Limo arenoso-seco	0.2812	0.4818
Arcilloso-seco	0.4818	0.4921
Arcilloso-limoso	0.4818	0.4921
Arcilloso-limoso-seco	0.4921	0.5624
Arcilla-pesada-seca	0.6327	0.7030
Arcilla-pesada con pasto	0.7030	0.7733
Arcilloso-rico en materia orgánica húmedo	1.1248	1.2651
Arcilloso-rico en materia orgánica seco	1.1248	1.1060
Virgen seco	1.4060	1.7575

Fuente: ASAE; 1988

Cuadro 4. Coeficiente de resistencia a la rodadura (k)

Estado de conservación del camino	Coefficiente de resistencia a la rodadura (k)
Carretera en buen estado	0.02 - 0.05
Camino de tierra firme	0.05 - 0.07
Camino de tierra	0.08 - 0.16
Tierra labrada	0.10 - 0.20
Arena	0.15 - 0.30

Fuente: ASAE; 1989

Cuadro 5. Presión barométrica según altitud

Altura sobre el nivel del mar (metros)	Presión barométrica en mm de mercurio
0	760
200	742
400	724
600	707
800	690
1000	674
1200	658
1400	642
1600	627
1800	612
2000	598
2500	559
3000	512

Fuente: ASAE; 1988

Al igual que otros cultivos forrajeros, el maíz presenta ventajas y desventajas, que determinan su utilización. Dentro de las primeras destacan: la versatilidad en su empleo, ya que el ganado lo consume en verde, seco (henificado o rastrojo) o ensilado (composición química que le permite conservarse casi in situ por largos periodos de tiempo); excelente calidad nutritiva para la producción de leche; adaptabilidad a las condiciones climáticas temporales de la mayor superficie del país, existencia de variedades altamente productivas que responden a tecnologías intensivas; facilidad de manejo manual y con maquinaria tanto para el cultivo como para su utilización. Por otro lado, como principales desventajas, se tiene que: es un cultivo anual que requiere de establecerse año con año, en lugares inaccesibles a la maquinaria, requiere de mano de obra, la cual puede ser costosa o escasa; es conveniente programar la siembra de acuerdo a su utilización y/o manejo.

En la figura 3 se presenta el sistema tecnológico para maíz forrajero

1.2.5.2 Trigo (*Triticum aestivum* L.)

El cultivo de trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, quizás por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países, de tal manera que en la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (trigo, arroz, maíz y cebada). Sin embargo, siendo un cultivo tolerante a bajas temperaturas en sus primeras fases de desarrollo, su mayor producción tiende a concentrarse en ciertas áreas, principalmente en aquellos países de clima templado y frío.

La siembra se realiza en la región principalmente con máquina (esparcidora de fertilizantes), "al voleo" y con sembradora de precisión de grano fino, siendo ésta

Figura 3. Sistema Tecnológico de Producción para maíz forrajero.



RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ FORRAJERO
DISTRITO II ZUMPANGO

MES SEMANA	MAR - ABR				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE																														
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																											
ETAPAS DE DESARROLLO																																																							
	SEMENSA				DESARROLLO VEGETATIVO												FLORACION				LLEGAZO DE GRANO				SEQUEZ																														
	GERMINACION Y EMERGENCIA				TEMPORADA DE 3 A 5 HOJAS				6 A 8 HOJAS				9 - 11				TIEMPO DE 12 - 14				15 - 17				18 - 20				AMIGDALA				PENEIRADA				ANIPOLLA				GRANO LLEGAZO				GRANO MADURO				GRANO SECAZO				SEQUEZ F/BIOLÓGICA		
LABORES	1ª FERTILIZACIÓN				II ESCARBA				III ESCARBA				2ª FERTILIZACIÓN																																										
	CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO				CONTROL DE MALEZAS												CONTROL DE PLAGAS DEL POLLAR				CUIDADOS																																		
PLAGAS MALEZAS Y ENFERMEDADES																																																							
	LAS ENFERMEDADES QUE SE PRESENTAN NO TIENEN IMPORTANCIA ECONOMICA																																																						
PAQUETE TECNOLÓGICO	<p>MEJORAMIENTO DEL SUELO Cuando la acidez del suelo tenga un mayor que 5.4 se recomienda aplicar caliza molida, caliza, cal viva o cal hidratada en cantidad no menor a 2 ton. Debe aplicarse sobre el terreno e incorporarse con un peso de tractor, al menos 30 días antes de sembrar.</p> <p>PREPARACION DEL SUELO Barbecho a 30 cm Dos roturas cruzadas</p> <p>SEMANSA 30 a 35 kg/ha de semilla Distancia entre surcos 80 cm Espa. plantas 15 cm DENSIDAD DE SIEMBRA 70,000 plantas/ha</p>												<p>VARIETADES V-18 V-107 H-10 Irrigadora</p>				<p>FECHA DE SIEMBRA 25 Mar-05 Abr 25 Mar-05 May 20-30 25 Mar-15 Abr 25 Mar-15 May</p>				<p>R/V Fertiliz. 70-174 70-112 70-80 60-90 15-18</p>				<p>RWS Fertiliz. 14-27 2-25 24-20 15-18</p>				<p>CONTROL DE PLAGAS Del suelo: Insectos 55 G o Castoriza 55 G o Fentolus 55 G o Clorpirifos 25 G, 20 kg/ha Del follaje: No aplicar productos químicos ya que la resaca puede presentar problemas toxicos para el ganado.</p> <p>CONTROL DE MALEZAS Preemergencia: Atrazina 50 G, 2 kg/ha Aplica inmediatamente después de la siembra, siempre que haya humedad en el suelo. Postemergencia: Bromoxil CE 245, o Dicamba + Atrazina, 2 o 3 kg/ha o Thiometuron-Met 726 G 25 g/ha o Atrazina 52%, 2 kg/ha + 2-4 D Atrazina, 1 kg/ha</p>																										
	<p>ASISTENCIA TÉCNICA PERMANENTE</p>																																																						

Fuente: ICAMEX; 1994.

FALLA DE ORIGEN

última máquina; la que arroja los mejores rendimientos por su precisión y uniformidad de siembra. Sin embargo, no se utiliza mucho por su alto costo.

La semilla debe enterrarse como máximo 6 centímetros, porque a mayor profundidad las plantas no alcanzan a emerger sobre todo en suelos pesados, en donde con frecuencia se forma una costra dura superficial que dificulta la brotación. Cuando esto llega a ocurrir, entonces se debe dar un paso de rastra de discos dentados o de clavos, para romper la costra y así facilitar la emergencia de las plantas.

La cantidad de semilla a utilizarse varía según el método de siembra y de si es certificada o no. Entre más redimentaria sea la tecnología mayor cantidad de semilla se debe utilizar.

Otro factor a considerar para tener éxito en la siembra es: sembrar cuando el suelo ha llegado a su correcta humedad.

La avena silvestre es potencialmente la más seria de las malezas del trigo en todas las zonas trigueras del país, y además es muy difícil su erradicación una vez que está bien establecida, puesto que la semilla permanece viable en el suelo por varios años. Una manera de controlar esta terrible maleza es dejando germinar la semilla de avena y destruirla por medio de rastreos antes de sembrar el trigo. Ver figura 4.

1.2.6 Selección de maquinaria

Para elegir la maquinaria se parte de haber calculado los tamaños y capacidades de la máquina. Aunque la velocidad hacia adelante y la disponibilidad de potencia afectan la capacidad de campo, inicialmente se supone que no falta potencia y la velocidad hacia adelante es el valor máximo que no reduce la efectividad de la operación. (Hunt; 1983)

Figura 4. Sistema Tecnológico para trigo

		C.I.C. AGRICOLA				RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO TRIGO: TEMPORAL				DISTRITO LL. ZURBANO 2200-2500 MSHM																						
MES SEMANA		ABRIL				MAY - JUN				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
ETAPAS DE DESARROLLO																																
	LABORES	PREPARACION DEL SUELO				FERTILIZACION				AMACOLLO				ESPIGAMIENTO				GRANDE LECHOSO				GRANDE MADURO				FLOJERA CONSERVADA				GRANDE		
PLAGAS MALEZAS Y ENFERMEDADES		<p>CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO</p> <p>CONTROL DE PLAGAS DEL PALLAJE</p> <p>CONTROL DE MALEZAS</p> <p>CONTROL DE ESPERMIGOS: ROYAS (ROSA, TALLA Y LINDA), ANILLAS Y CAJONES</p>																														
MANEJO TECNOLÓGICO		<p>PREPARACION DEL SUELO Barrido a 30 cm Dos riegos cruzados Nivelación o lisonaje</p> <p>SEMI 120 a 140 kg/ha de semilla al voleo en suelos bien preparados</p> <p>VAREDES Temperatura M-87 Pudor F-16 Covez M-87 Zocatesc VI-74 Verano S-91</p> <p>FLORA DE SEMBRA 25 May-15 Jun 25 May-15 Jun 25 May-20 Jun 25 May-20 Jun 25 May-20 Jun</p> <p>FERTILIZACION (80-40-00) Urea 180 kg/ha Super fosfo 50 kg/ha Aplicar todo al momento de la siembra</p> <p>CONTROL DE MALEZAS Postemergencia Para matar de raíz oncho, choyudo y caballar aplico Bromox ni 240 CE 1.5 a 2 l/ha 20 a 25 días después de la siembra Para controlar oncos siempre aplicar Trifluralin CE 2 a 2.5 l/ha</p> <p>CONTROL DE ENFERMEDADES En caso de presentarse la roya línea amarilla se recomienda utilizar Propanilaz a 1000 mg/l o Fluazinil a 500 mg/l</p> <p>REBOMBEO PROCEDO : 3 l/ha</p>																														
		<p>ASISTENCIA TECNICA PERMANENTE</p>																														

Puente: ICAMEX; 1994

33

FALLA DE ORIGEN

Pero además para la selección de equipos agrícolas hay tres factores determinantes:

- Datos técnicos
- Precio y facilidad de crédito
- Seguridad de suministro de repuestos, de servicio y reparación después de la venta.

También se debe tomar en cuenta los tiempos de operación óptimos y, el clima de cada región que se pretende mecanizar.

1.2.7 Evaluación de costos de la maquinaria agrícola

El análisis financiero es una parte fundamental en las decisiones de manejo en mecanización ya que requiere un conocimiento preciso de los costos.

De esta forma no sólo se conocen las posibles máquinas a utilizar, sino establecer hasta qué punto su utilización resulta rentable, pues puede ocurrir que lo que técnicamente resulte bueno no lo sea desde el punto de vista económico. (Ortiz; 1989)

Al usar los datos de costos se hace sólo por estimación; ya que los costos reales se conocen hasta que se ha vendido, desgastado o desechado una máquina. Lo importante es que nos permite conocer las posibles necesidades de la máquina al usarla, y determinar la rentabilidad de la inversión realizada en su adquisición acorde a la rentabilidad de la explotación.

Para esto los costos que conforman la mecanización se dividen en dos partidas: costos fijos y costos variables. Los cuales se analizarán con sus componentes a continuación.

1.2.7.1 Costos fijos anuales

Son aquéllos que no varían proporcionalmente con el volumen de producción, sino que se consideran fijos porque se use o no la maquinaria y el equipo tiene que haber un desembolso. Por otro lado estos costos se dividen entre la superficie atendida por los agregados para convertirlos en costos fijos por hectárea.

Lo anterior quiere decir que a mayor superficie atendida menores serán los costos fijos, por eso se recomienda hacer un uso intensivo de la maquinaria para abatir dichos costos. (Jacome, 1991)

1.2.7.1.1 Depreciación

En la pérdida del valor de un activo sea utilizado o no, ya que dicha pérdida de valor puede ser por desgaste o por ser obsoleta.

Hay varios sistemas para determinar la depreciación, pero antes se debe conocer:

- Valor comercial de la máquina
- Vida útil que el fabricante ha calculado para su máquina en hora de trabajo
- Uso anual en horas que van a tener las máquinas
- Calcular el número de años que durará la máquina

Además de estos conceptos serán útiles durante la estimación de los demás costos.

Algunos de estos valores se pueden obtener de tablas como se muestra en el anexo 3.

Para simplificar el análisis de la depreciación aquí se utilizará el método de depreciación anual en la línea recta cuya fórmula se muestra a continuación (FIRA; 1985); además de facilitar su aplicación:

$$DPA = \frac{C - VR}{VU} \dots \dots \dots (14)$$

Donde : **DPA = Depreciación anual** (\$/año)
 C = Costo (\$)
 VR = Valor residual (\$)
 VU = Vida útil (años)

El dinero que corresponde a las depreciaciones anuales debe acumularse y se reserva para reemplazar la máquina, una vez que ésta ya no se encuentre en condiciones adecuadas para el trabajo. En otras palabras, los fondos acumulados bajo el rubro de la depreciación sirven para mantener el valor del patrimonio.

Si una máquina tiene un uso muy intenso, puede suceder que ésta no llegue a cumplir con los años previstos en la vida útil según tiempo. Este caso se da, si, al dividir la vida útil según trabajo entre la ocupación anual de la máquina resulta una cifra menor que la vida útil según tiempo. Entonces es esta cifra calculada la que representa los años de vida útil de la máquina. Y la depreciación presentará variaciones; siendo preferible buscar otra fórmula para calcular la depreciación ya que ahora es variable y no constante como se considera. (Jacome; 1991)

1.2.7.1.2 Interés anual sobre la inversión.

Si se adquiere la máquina con un préstamo de Banco es obvio que se tiene que pagar un interés por el capital prestado. Este gasto se carga a la máquina. Si se compra la misma

máquina con capital propio no hay ninguna obligación de pagar interés a nadie pero en este caso el propietario tiene el derecho a cobrar un interés por su capital propio invertido en la máquina, porque también recibiría un interés, si hubiera invertido su capital de otra forma (ejemplo, en depósitos a plazos, en acciones de una empresa). El monto correspondiente se carga, igual que en el primer caso a la máquina. (Murillo; 1985)

La fórmula que facilita el cálculo de este rubro es la siguiente (FIRA; 1985)

$$I = \left(\frac{C + VR}{2} \right) (i) \quad \dots \dots \dots (15)$$

- Donde :
- I = Interés anual (\$)
 - C = Costo de la máquina (\$)
 - i = Tasa anual de interés bancario (14)
 - VR = Valor residual (\$)

1.2.7.1.3 Impuestos

La maquinaria agrícola generalmente es gravada en la misma proporción que otra propiedad agrícola (exclusivo para automotores).

Un impuesto de venta del 4% cuando es distribuido entre 10 años dará una cantidad de alrededor de 0.4% anual. (Liljedhal; 1991)

1.2.7.1.4 Seguro

El tractor puede ser cubierto por un seguro o el propietario puede optar por cargar los riesgos del mismo. En cualquiera de los casos deberá incluirse un cargo por seguro en el

costo de los equipos. Aplicando un porcentaje de 1.5% a 0.3% del costo original. (Liljedhal; 1991)

1.2.7.1.5 Almacenaje

Se ha descubierto que un sitio adecuado puede ser construido y mantenido por alrededor de 1 a 2% del valor de la máquina o implemento de que se trate, en este porcentaje se incluye un pequeño taller para servicios o reparaciones, a menos que se disponga de datos específicos para un equipo determinado.

En casos específicos se considera la depreciación de la construcción; el interés al capital invertido y el mantenimiento de las instalaciones.

El costo total anual se divide entre el área útil del almacén, resultando de esta forma el costo de alquiler por metro cuadrado. De cada máquina se determina el área que ocupa, incluyendo el espacio necesario para maniobras (Murillo; 1985) y se emplea:

$$AL = A \cdot C \quad \dots\dots\dots (16)$$

AL = Costo por almacenamiento (NS/año)

A = Área ocupada por máquina (m²)

C = Costo de alquiler anual (NS/m²)

1.2.7.2 Costos variables

Son aquéllos costos que están relacionados con los niveles de producción.

1.2.7.2.1 Reparaciones y mantenimiento

Los costos de reparación comprenden los gastos por las reparaciones corrientes y las revisiones periódicas de la máquina; ésto para mantenerlas en buenas condiciones para su uso normal y adecuado: limpieza, engrase ajuste para el trabajo específico.

Se han realizado muchos estudios para determinar los costos de reparación y mantenimiento para mecanización. Además diversos estudios han demostrado que los costos de reparación aumentan durante la vida del tractor.

Para estimar este valor se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$RM = \frac{40\% \text{ del } C (75\%)}{S} \dots\dots\dots (17)$$

- Donde :
- RM = Reparación y mantenimiento (\$/ha)
 - C = Costo de la máquina (\$)
 - S = Superficie trabajada en el año (ha)

En este punto hacemos notar que también se suele considerar como un costo fijo, (Jacome; 1991), ya que se establece que se utilice o no la maquinaria debe repararse y protegerse contra las inclemencias del tiempo, entre otras, cambiando la fórmula:

$$RM = \frac{40\% \text{ del } C (25\%)}{VU} \dots\dots\dots (18)$$

- Donde :
- VU = Vida útil (años)

En la ecuación de costos variables el porcentaje es mayor que el costo fijo, puesto que a mayor utilización de la maquinaria mayor será el desgaste y por ende el gasto de reparación y mantenimiento de los activos. En este caso se considera como un costo variable.

Otra forma es en base a tablas elaboradas como se muestra en el anexo 3; empleando la siguiente fórmula; (según FIRA; 1985):

$$RM = \frac{rm \times C}{VU} \dots \dots \dots (19)$$

- Donde :
- RM = Reparación y mantenimiento (\$/h)
 - rm = Datos de tabla del anexo 3 expresado en decimal según el equipo.
 - C = Costo de la maquinaria (\$)
 - VU = Vida útil (h)

Con esta fórmula se estima el promedio de los costos de reparación por unidad de trabajo y no se toma en cuenta la variación entre los años.

Por lo general las refacciones y reparaciones aumentan con el uso de la maquinaria, es decir, no son iguales en los diferentes periodos de la vida de ésta, ya que entre más se usa una máquina mayor serán sus reparaciones.

1. En una misma región geográfica los datos de los costos de reparación son altamente variables; una parte de la variación se debe a las diferencias en el uso de las máquinas y a las diferencias individuales, según salgan de la línea de montaje. Otra parte de la variación se debe a la aleatoriedad natural de las averías.

Con esto se considera necesario tener un registro del consumo de refacciones y reparaciones por tractor, para una mejor planeación.

1.2.7.2.2 Consumo de combustible

No es posible predecir con exactitud los costos de combustible de un tractor a causa de las variantes en cargas y condiciones en las cuales está sujeto éste. Ello dificulta la adopción de un valor medio aceptable para costos estimativos.

Para tener una base real del consumo de combustible, es necesario que para cada labor, se determine el consumo de combustible en el campo con el fin de obtener un dato real que pueda servir de base para estimar la cantidad y costo de éste, desarrollando el siguiente procedimiento (Maroni, 1989):

1. Medir la parcela en donde va a trabajar la máquina
2. Llenar el tanque de combustible al iniciar la labor
3. Registrar la hora reloj y la hora horómetro de la máquina, las revoluciones a las que trabaja el motor
4. No suspender el trabajo en ningún momento
5. Al finalizar la labor registrar nuevamente la hora reloj y la hora horómetro. Si hubo suspensión de labor por descanso del operados o cualquier otro motivo, descontar este tiempo al tiempo total para tener el tiempo efectivo. Existe diferencia entre el tiempo horómetro y tiempo reloj, porque el horómetro de la máquina marca las horas según el régimen de velocidad del motor

6. Llenar nuevamente el tanque de combustible y anotar la cantidad que se utilizó. Dicha cantidad es igual al consumo del combustible.

7. Realizar el mismo procedimiento en diferentes parcelas a fin de trabajar con un promedio del consumo de combustible de la misma máquina en la misma labor.

Una manera sencilla mediante la cual se calcula el gasto de combustible es a partir de un factor ya determinado y se usa como sigue:

$$cd = 0.165 (P) (F) \dots\dots\dots (20)$$

cd = Costo de diesel (\$/h)

0.165= Factor sugerido por ASAE

P = Potencia en la TDF; (HP)

F = Precio del combustible por litro; (N\$ 11)

De esta manera se calcula aproximadamente el consumo de combustible en litros por hora. (Murillo; 1985)

Con estos métodos se pueden hacer las estimaciones y los promedios reales de gasto de combustible para tener una buena planeación y conocer las necesidades para su almacenaje a partir del registro de combustible.

1.2.7.2.3 Lubricantes

El consumo de aceite, grasa y filtros es poco significativo para la mayoría de las máquinas de modo que no es tomado en cuenta como un costo explícito. Sin embargo tiene mayor

importancia en los motores y máquinas automotrices ya que requieren de materiales y mano de obra que aumentan en proporción del uso del tractor.

Una forma sencilla es suponer que el aceite y costos de lubricación de un tractor (incluyendo también grasa y filtros) son iguales al 15% del costo del combustible (FIRA;1985)

$$agf = 0.15 (cd) \dots\dots\dots (21)$$

Donde : agf = Costo de aceite, grasa y filtros (\$/hr)

0.15 = Factor sugerido por ASAE

cd = Costo de diesel (\$/hr)

Este método puede servir para obtener los resultados rápido y fácil, aunque a través de un registro constante se pueden conocer las necesidades de lubricantes desglosándolos como se requieren en: aceite de motor, de transmisión, de dirección y del sistema hidráulico: siguiendo estos pasos:

1. Conocer la capacidad de los depósitos de los diferentes aceites que se utilicen
2. Investigar el tiempo recomendado por el fabricante para su cambio
3. Tener y actualizar los precios de cada aceite. Además se debe considerar que por evaporación y quemado se consume aceite; necesitando llevar un registro real de consumo de aceite diario. Por lo tanto se tiene que revisar el nivel de aceite.

1.2.7.2.4 Grasa

Si se pretende calcular el consumo de ésta puede hacerse de la siguiente manera:

- a) Consultar en el manual los servicios periódicos de engrasado del tractor
- b) Para engrasar se tiene acceso mediante conductos y graseras. Por lo que se ocupa una bomba manual o inyector. Esta herramienta se llena de grasa y se pesa
- c) Se da el servicio de engrasado
- d) Se pesa el inyector o bomba de grasa
- e) Por diferencia de peso es el resultado en el consumo de grasa.

1.2.7.2.5 Filtros

Para calcular los costos de los diferentes filtros, es conveniente consultar en el manual del operador, el número de filtros que tiene cada sistema y el periodo de tiempo para su cambio.

1.2.7.2.6 Llantas

Algunos factores que influyen en la duración de los neumáticos empleados en la maquinaria agrícola son: tipo de trabajo, sistemas de labranza, desgaste por rozamiento, textura del suelo, cortes y arranques de partículas en las cubiertas, pinchazos y reventones, horas anuales de empleo y cuidados generales.

Para reponerlos es conveniente partir de datos reales de campo y llevar un manejo adecuado de este recurso; considerando la vida útil de las llantas por el precio de cada llanta. Normalmente se considera una vida útil de 3000 a 3500 horas de uso, dependiendo de las condiciones de trabajo (FIRA; 1985)

1.2.7.2.7 Mano de obra.

Como las máquinas tienen que ser atendidas por una persona es necesario establecer el salario del operador de la maquinaria agrícola, dicho concepto varía según la zona de la cual se trate.

$$M.O = \frac{SD}{ht} \dots\dots\dots (22)$$

Donde : M.O = Costo por mano de obra (\$/hr)

SD = Salario diario (\$)

ht = Horas de trabajo (hr)

1.2.7.3 Gastos por administración

Es la suma de los gastos derivados de la programación, dirección control y supervisión de los trabajos que se realizan con la maquinaria de la empresa, la cual se administra, incluye instalaciones, servicios, mobiliario y equipo.

Usualmente se justifica un recargo adicional de un 10 a 30% del costo total del uso de la máquina por gastos de administración. (Murillo; 1985)

1.2.7.4 Costos por hectárea

Los costos por hectárea se calcularán por medio de la siguiente fórmula:

$$c / ha = \frac{CF}{X} + \frac{CV}{CCE} \dots\dots\dots (23)$$

Donde : c/ha = Costo de operación por hectárea (N\$/ha)

CF = Costos fijos anuales (N\$/año)

CV = Costos variables (N\$/hr)

CCE = Capacidad de campo efectiva (ha/hr)

X = Superficie que se va a trabajar al año (ha)

CAPITULO II. METODOLOGÍA

La mecanización en el ejido de San Jerónimo Xonacahuacán se realizará haciendo un análisis de los factores que influyen en la mecanización agrícola para su mejor aprovechamiento. Para ello se recomienda el siguiente procedimiento:

1. Delimitación de la superficie. La superficie total a mecanizar es de 550 hectáreas; 350 hectáreas de tenencia ejidal y 200 hectáreas de pequeña propiedad.
2. Cultivos a mecanizar: son el maíz forrajero 350 hectáreas y 200 hectáreas de trigo, durante el ciclo primavera-verano, bajo el régimen de temporal. Las labores a mecanizar en cada cultivo y la época de realización se presentan en el cuadro 6.
3. Los días netos disponibles se calculan mediante la fórmula 6.
4. La capacidad de campo efectiva se calcula por la fórmula 2.
5. Determinación del tiempo total disponibles; en horas disponibles se calcula mediante la fórmula 7, donde se considera sólo el tiempo que la máquina va a trabajar efectivamente por día.

En resumen estos pasos se presentan en el cuadro 6.

6. Requerimientos de maquinaria agrícola en cada operación; para calcularlo se utilizará la fórmula 5 y el resultado se divide entre el ancho de corte o de trabajo del implemento. Los elementos involucrados en este concepto se presentan en el cuadro 8.
7. Potencia necesaria a la barra de tiro; para calcularla se sugiere los siguientes pasos:
 - a) Se calcula la fuerza para vencer la resistencia al corte por la fórmula 9
 - b) Se suma a la fuerza anterior el peso del arado y

c) Se sustituye el valor de esta fuerza en la fórmula 8, de donde se obtiene la potencia necesaria debida a la resistencia al corte.

A la potencia anterior se debe agregar las pérdidas por los siguientes efectos:

d) Pérdida de potencia por fricciones en la transmisión, prácticamente es un 15 por ciento de la potencia al volante del motor, indicada por el fabricante.

e) Resistencia a la rodadura la cual se calcula mediante la fórmula 10

f) Por efecto de la altitud y la temperatura, la cual se calcula mediante la fórmula 11

Efecto de la pendiente: se calcula la carga extra en kilogramos por la fórmula 13.

h) Después el resultado se sustituye en la fórmula 8 de potencia y de ahí se obtiene la pérdida.

Por deslizamiento o patinaje que para efectos prácticos se agrega un 15 por ciento de potencia más a los factores considerados anteriormente.

8. Cálculo de costos de la maquinaria agrícola

8.1 Costos fijos

8.1.1 Depreciación se calcula por el método de depreciación anual en la línea recta, por la fórmula número 14.

8.1.2 Interés anual sobre la inversión; para calcularlo se usa la fórmula 15.

8.1.3 Impuestos se carga el 0.4 por ciento anual sobre el valor de la máquina

8.1.4 Seguro se carga el 1.5 por ciento anual del costo de la máquina

8.1.5 Almacenaje, se suman a los costos fijos por este concepto el 1.5 por ciento anual al valor de la máquina

8.2 Costos variables

8.2.1 Reparaciones y mantenimiento para estimar este concepto existen varias fórmulas pero se utiliza la fórmula 19.

8.2.2 Consumo de combustible se calcula mediante la fórmula 20

8.2.3 Lubricantes. El costo de aceite, grasa y filtros es igual al 15 por ciento del costos del combustible y se calcula por la fórmula 21.

8.2.4 El costo de mano de obra se calcula mediante la fórmula 22

8.2.5 El costó por hora y por año se obtienen de cada una de las fórmulas empleadas.

8.2.6 El costo total por hectárea para cada máquina se calcula por la fórmula 23. Después se sumarán los costos del tractor más los costos del implemento usado en cada labor.

Cuadro 6. Capacidad diaria requerida por labor.

Cultivo	Labor	Sup	Periodo	Días	Días	Total de	Cap. req.	Cap.	Sum
		ha		netos	netos/día	disp.	ha/ha	Req.	Exces
				disp.			Exces	req.	
Maíz	Aradura	350	Dic-Ene	42	7	294			
	Rastro	350	Marzo	22	7	154			
	Siembra y fertilización	350	Abril	21	7	147			
	Primera escarda	350	Mayo 1-20	10	7	70			
	Segunda escarda	350	Junio 1-20	10	7	70			
	Cosecha	350	Ago-20 Oct-10	33	7	231			
Trigo	Aradura	200	Febrero	22	7	154			
	Rastro	200	Abril 15 Mayo-20	18	7	126			
	Siembra y fertilización	200	Mayo-22 Junio-20	17	7	119			
	Aplicación de plaguicidas	200	Junio-23 Julio -15	10	7	70			
	Segunda fertilización	200	Julio 11-20	6	7	42			
	Cosecha	200	Oct-15 Nov-10	21	7	147			

Cuadro 7. Número de máquinas necesarias por operación o agregados

Cultivo	Fecha	CC	X	Y	Ancho de	Ancho de	Sum. de
		ha	km/h	($\frac{m}{h}$)	trabajo	trabajo	total
necesario							
m							
Maíz	Aradura	1.19	4	80			
	Rastro	2.27	6	80			
	Siembra y fertilización	2.38	7	69			
	Primera escarda	5.0	6	80			
	Segunda escarda	5.0	6	80			
	Cosecha	2.08	4.5	62.5			
Trigo	Aradura	1.29	4	80			
	Rastro	2.85	6	80			
	Siembra y fertilización	1.9	6.5	72.5			
	Aplicación de plaguicidas	2.85	5	54			
	Fertilización	4.8	8	67.5			
	Cosecha	1.36	4.0	72.5			

Cuadro 8. Estudio de costos de operación de las máquinas.

Máquina	Precio N\$	Costos fijos		Costos variables		Costos de operación	
		N\$/hr	N\$/año	N\$/hr	N\$/año	N\$/hr	N\$/año
Tractor de 74 HP	50000						
Arado 3 discos	7500						
Rastra de 20 discos	6500						
Sembradora unitaria	9500						
Cultivadora	1500						
Ensiladora de un surco	32000						
Aspersora	1500						
Sembradora de grano fino	28000						
Fertilizadora	2300						

CAPITULO III. SIMULACION DE RESULTADOS.

Una vez revisados los aspectos necesarios para el establecimiento del proyecto de mecanización el cual se pretende conformar en el ejido de San Jerónimo Xonacahuacán, Municipio de Tecamác, México. Y analizadas las condiciones técnicas y agroambientales, las cuales son favorables, por los antecedentes encontrados para mecanizar en forma adecuada esta zona agrícola.

Se integrará un sistema mecanizado con los medios de producción más adecuados para aumentar la productividad aprovechando de la manera más eficiente los equipos agrícolas. Los gastos por concepto de mecanización son elevados por la inversión que representan y por tanto se tendrá que rentar los equipos a otros agricultores porque, a mayor superficie trabajada se reducen los costos por unidad de trabajo.

Como la región presenta condiciones agroambientales semejantes en sus alrededores se pretende alcanzar una especialización en el aprovechamiento y utilización de la mecanización.

Se debe asegurar un servicio eficaz a partir de la organización y fijación de fechas de operaciones controlando se ejecución oportuna, la calidad de trabajo efectuado y su rendimiento; que la maquinaria este en perfectas condiciones cuando sea necesaria en el campo, planeando labores de mantenimiento y reparación adecuadas, atendiendo las piezas de repuesto, combustible y además brindar seguridad en el uso de la maquinaria.

Cuadro 9. Capacidad diaria requerida por labor.

Labor	Sup ha	Período	Días		Total ho de p	Cap		Sum	
			reales	necesarios		Req ha/hr	Req ho/ha		
Maíz	Aradura	350	Dic-Ene	42	7	294	1.19	7.83	1
	Rastro	350	Marzo	22	7	154	2.27	15.89	2
	Siembra y fertilización	350	Abril	21	7	147	2.38	16.6	1
	Primera escarda	350	Mayo 1-20	10	7	70	5.0	35.0	1
	Segunda escarda	350	Junio 1-20	10	7	70	5.0	35.0	1
	Cosecha	350	Ago-20 Oct-10	33	7	231	1.51	10.6	1
Trigo	Aradura	200	Febrero	22	7	154	1.29	9.0	1
	Rastro	200	Abril 15 Mayo 20	18	7	126	1.58	11.06	2
	Siembra y fertilización	200	Mayo-22 Junio-20	17	7	119	1.68	12.6	1
	Aplicación de plaguicidas	200	Junio-23 Julio-15	10	7	70	2.85	20.0	1
	Segunda fertilización	200	Julio 11-20	6	7	42	4.8	33.33	1
	Cosecha	200	Oct-15 Nov-10	21	7	147	1.36	9.52	1

Cuadro 10. Número de máquinas necesarias por operación o agregados

Operación	Labor	CCL hora	V km/hr	L litro	m Ancho de trabajo habajo necesario	Ancho de trabajo	Num de máquina req	
Maíz	Aradura	1.19	4	80	3.71	0.75	4.95	
	Rastro	2.27	6	80	4.73	2.28	2	
	Siembra y fertilización	2.38	7	69	4.92	2.40	2	
	Primera escarda	5.0	6	80	10.42	2.70	4	
	Segunda escarda	5.0	6	80	10.42	2.70	4	
	Cosecha		1.51	4.5	62.5	5.39	1.7	1
							0.8	5
Trigo	Aradura	1.29	4	80	4.03	0.75	5.3	
	Rastro	1.58	6	80	3.30	2.28	1.45	
	Siembra y fertilización	1.68	6.5	72.5	3.23	3.23	1	
	Aplicación de plaguicidas	2.85	5	54	10.55	10.50	1	
	Fertilización	4.8	8	67.5	10.21	11.0	1	
	Cosecha	1.36	4.0	72.5	4.69	4.87	1	

3.1 Determinación de la potencia necesaria a la barra de tiro

Datos generales:

- Velocidad de operación 4 Km/hr
- Profundidad de operación 30 cm
- Diámetro del disco del arado 71 cm
- Resistencia específica del suelo 0.4921 Kg./cm²
- Ancho de corte del implemento 0.75 m

3.1.1 Cálculo de la potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo al corte

a) Sustituyendo en la fórmula 9:

$$ACD = 30 \text{ cm} \times 71 \text{ cm} / 3 = 709.8 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga por disco} &= 709.8 \text{ cm} \times 0.4921 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \\ &= 349.29 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Necesidad de tracción en kilogramos, del implemento:

$$349.29 \text{ Kg} \times 3 = 1047.87 \text{ Kg}$$

b) Sumando la fuerza anterior al peso del arado tendremos:

$$1047.87 + 580 \text{ Kg} = 1627 \text{ Kg}$$

c) Sustituyendo en la fórmula 8:

$$\begin{aligned} N &= 1627.87 \text{ Kg} \times 4 \text{ Km} / \text{hr} / 367 = 17.74 \text{ Kw} \\ &= 23.79 \text{ HP} \end{aligned}$$

Hasta aquí se tiene la potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo al corte.

Pero a la potencia necesaria a la barra de tiro se deben agregar las pérdidas por los siguientes factores:

3.1.2 Pérdidas por fricciones en la transmisión, teniendo en cuenta un tractor de 74 HP al volante y que la pérdida por este factor es de aproximadamente 15 por ciento, se obtendrá:

$$74 \times 0.15 = 11.1 \text{ HP}$$
$$= 8.27 \text{ Kw}$$

3.1.3 Resistencia a la rodadura:

Datos:

Peso del tractor = 2825 Kg

Coefficiente de resistencia a la rodadura (K) para tierra labrada = 0.20

Sustituyendo en la fórmula 10 se tendrá:

$$Pr = 0.20 \times 2825 \times 4 \text{ Km / hr} / 270$$
$$= 8.37 \text{ HP}$$
$$= 6.24 \text{ Kw}$$

3.1.4 Potencia necesaria para contrarrestar el efecto de la altitud y la temperatura:

Datos:

- Temperatura promedio 16.4 °C de los meses de trabajo
- Potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo al corte 23.79 HP
- Altitud 2350 m.s.n.m.

- Presión barométrica a esta altitud 578.5 mm de Hg

Sustituyendo

$$P' = \frac{23.79 \times 578.5 (273 + 20)}{760 \times (273 + 16.34)}$$

$$= 18.33HP$$

A la potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo al corte le restamos la potencia obtenida de la ecuación anterior y el resultado será la merma por este concepto.

$$P' = 23.79 - 18.33$$

$$= 5.46HP$$

$$= 4.07 Kw$$

3.1.5. Efecto de la pendiente:

Datos:

Pendiente máxima = 5%

Peso del tractor = 2825 Kg

Sustituyendo en la fórmula 13

$$We = 2825 \times 5\% / 100$$

$$= 141.25 Kg$$

Nuevamente sustituyendo en la fórmula 8:

$$N = \frac{141.25 \times 4 \text{ Km} / \text{ hr}}{367}$$

$$= 1.53 \text{ Kw}$$

$$= 2.06 \text{ HP}$$

3.1.6 Pérdidas por efecto de patinaje:

A fin de contrarrestar el efecto del patinaje agregaremos un 15% de potencia más, por lo tanto considerando los anteriores factores se tendrá:

$$50.78 \text{ HP} \times 0.15 = 7.61 \text{ HP}$$

Por lo tanto la potencia necesaria para vencer la resistencia del suelo es de 23.79 HP y las pérdidas son de 34.60 HP. Estos resultados suman un total de 58.39 HP y por lo tanto se seleccionará un tractor que tenga 74 HP al volante ya que es de los de más baja potencia, adecuada para las labores a realizar en este ejido.

Cuadro 11. Pérdidas más importantes en el cálculo del motor requerido.

Concepto	Pérdidas	
	Kw	HP
Friciones en la transmisión	8.27	11.10
Resistencia a la rodadura	6.24	8.37
Efecto de altitud y la temperatura	4.07	5.46
Efecto de la pendiente	1.53	2.06
Por efecto de patinaje	5.67	7.61
Total	25.78	34.60

3.2 Resultados de costos.

Al fijar las tarifas se debe considerar que estas permitan cubrir los costos de trabajo efectuado, que constituyan en la medida de lo posible un estímulo para la producción, y que sean de fácil aplicación. Es necesario comprender la forma en como se establecerán y que tal precio sea justo, tanto para el agricultor, así como para que el ejido se desarrolle como empresa.

Es necesario un estudio de los costos de operación el cual se hará con los siguientes datos usando un tractor con las características abajo indicadas, cabe mencionar que estos serán estimativos:

Cuadro 12. Factores que se consideran en el cálculo de costos del tractor requerido

Tipo de máquina: Tractor	Año 1994
Fecha de adquisición 10-12-94	Potencia al volante 74 HP
Precio N\$ 50 000.00	Tasa de interés 14%
Vida útil 10 años	Factor de reparación 1.2
Uso anual 1000 horas	Valor residual 10%

3.2.1 Costos del tractor

3.2.1.1 Costos fijos en el tractor

$$a) \text{ Depreciación} = \frac{50\,000 - 5\,000}{10} = \text{N\$ } 4500 / \text{año}$$

$$b) \text{ Interés} = \frac{50\,000 + 5\,000(0.14)}{2} = \text{N\$ } 3850 / \text{año}$$

$$c) \text{ Impuestos, almacenaje y riesgos} = 0.034(50\,000) = \text{N\$ } 1700 / \text{año}$$

3.2.1.2 Costos variables en el tractor

$$d) \text{ Reparación y mantenimiento} = \frac{1.2 (50\,000)}{10\,000} = N\$ 6 / \text{hora}$$

$$e) \text{ Consumo de diesel} = 0.165 (1.030) (74) = N\$ 12.57 / \text{hr}$$

$$f) \text{ Aceite, grasa y filtros} = 0.15 (12.57) = N\$ 1.88 / \text{hr}$$

$$g) \text{ Costo de mano de obra} = \frac{30}{9} = N\$ 3.33 / \text{hr}$$

Cuadro 13. Costos de operación del tractor

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	4500	Reparación y mantenimiento	6.0
Interés	3850	Consumo de diesel	12.57
Impuestos, almacenaje y seg.	1700	Aceite, grasa y filtros	1.88
		Mano de obra	3.33
Total	10050	Total	23.78

3.2.1.3 Cálculo de costos por hectárea del uso del tractor en la labor de aradura.

$$C / \text{ha} = \frac{10050}{350} + \frac{23.78}{0.24} = 28.71 + 99.08 = N\$ 127.79 / \text{ha}$$

Este tipo de tractor se utilizará para trabajar en todas las operaciones a realizar en el ejido. Los costos de uso del tractor variarán de acuerdo a la operación ejecutada, porque cada una de ellas se realiza a diferente capacidad de campo efectiva.

Cuadro 14. Costos del arado

Concepto	NS/año	Concepto	NS/hr
Depreciación	810	Reparación y mantenimiento	3.6
Interés	577		
Impuestos, almacenaje y seguro	225		
Total	1612	Total	3.6

Cuadro 15. Costos totales de la aradura

Horas	Costo por hectárea del tractor (NS/ha)	Costo por hectárea del arado (NS/ha)	Costo total de la aradura (NS/ha)
50	300.08	47.24	347.32
100	199.58	31.12	230.70
110	190.44	29.65	220.09 *
150	166.08	25.74	191.82
200	149.33	23.06	172.39
250	139.28	21.44	160.72
300	132.58	20.37	152.95
350	127.79	19.60	147.39
400	124.20	19.03	143.23
450	121.41	18.58	139.99
500	119.18	18.22	137.40
550	117.35	17.93	135.28
600	115.83	17.68	133.51
650	114.54	17.48	132.02
700	113.43	17.30	130.73

* Costo al cual operará el agregado en la aradura.

Cuadro 16. Costos de la rastra

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	NS/año	Concepto	NS/hr
Depreciación	702	Reparación y mantenimiento	3.12
Interés	500		
Impuestos, almacenaje y seguro	221		
Total	1423	Total	3.12

Cuadro 17. Costo total del rastreo

Supa (hect)	Costo del tractor (NS/hr)	Costo de la rastra (NS/hr)	Costo total del rastreo (NS/hr)
50	222.81	31.32	254.13
100	122.31	17.09	139.40
150	88.81	12.34	101.15
200	72.01	9.97	81.98
250	62.01	8.55	70.56
275	58.35	8.03	66.38 *
300	55.31	7.60	62.91
350	50.52	6.92	57.44
400	46.93	6.41	53.34
450	44.14	6.02	50.16
500	41.91	5.70	47.61
550	40.08	5.44	45.52
600	38.56	5.23	43.79
650	37.27	5.04	42.31
700	36.16	4.89	41.05

* Costo al cual operará el agregado en el rastreo.

Cuadro 18. Costos de la sembradora unitaria

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	1026	Reparación y mantenimiento	4.56
Interés	731		
Impuestos, almacenaje y seguro	323		
Total	2080	Total	4.56

Cuadro 19. Costo total de la siembra de maíz

Superficie (ha)	Costo del tractor (N\$/ha)	Costo de la sembradora unitaria (N\$/ha)	Costo total de la siembra de maíz (N\$/ha)
50	221.67	45.56	267.23
100	121.17	24.76	145.93
150	87.67	17.82	105.49
175	78.09	15.84	93.93 *
200	70.92	14.36	85.28
250	60.87	12.28	73.15
300	54.17	10.89	65.06
350	49.38	9.90	59.28
400	45.79	9.16	54.95
450	43.00	8.58	51.58
500	40.77	8.12	48.89
550	38.94	7.74	46.68
600	37.42	7.42	44.84
650	36.13	7.16	43.29
700	35.02	6.93	41.95

* Costo al cual operará el agregado en la siembra de maíz.

Cuadro 20. Costos de la cultivadora

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	162	Reparación y mantenimiento	0.72
Interés	115		
Impuestos, almacenaje y seguro	51		
Total	328	Total	0.72

Cuadro 21. Costos totales de la operación de cultivo

Superficie (ha)	Costo por hectárea de fracción (N\$/ha)	Costo de la cultivadora (N\$/ha)	Costo total de la operación de cultivo (N\$/ha)
50	219.43	8.04	227.47
100	118.93	3.83	122.76
150	85.43	2.73	88.16
175	75.85	2.42	78.27 *
200	68.68	2.19	70.87
250	58.63	1.86	60.49
300	51.93	1.64	53.57
350	47.14	1.48	48.62
400	43.55	1.37	44.92
450	40.76	1.27	42.03
500	38.53	1.20	39.73
550	36.70	1.14	37.84
600	35.18	1.09	36.27
650	33.89	1.05	34.94
700	32.78	1.01	33.79

* Costo al cual operará el agregado en la operación de cultivo.

Cuadro 22. Costos de la ensiladora

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	4354	Reparación y mantenimiento	12.8
Interés	2464		
Impuestos, almacenaje y seguro	1088		
Total	7876	Total	12.8

Cuadro 23. Costos totales de la operación de cosecha de maíz forrajero

Superficie (ha)	Costo del tractor (N\$/ha)	Costo de la ensiladora (N\$/ha)	Costo total de la cosecha de maíz (N\$/ha)
50	230.72	173.52	404.24
58	202.99	151.79	354.78 *
100	130.22	94.76	224.98
150	96.72	68.50	165.22
200	79.97	55.38	135.35
250	69.92	47.50	117.42
300	63.22	42.25	105.47
350	58.43	38.50	96.93
400	54.84	35.69	90.53
450	52.05	33.50	85.55
500	49.82	31.75	81.57
550	47.99	30.32	78.31
600	46.47	29.12	75.59
650	45.18	28.11	73.29
700	44.07	27.25	71.32

* Costo al cual operará el agregado en la cosecha de maíz forrajero

Cuadro 24. Costos de la sembradora de grano fino

Costo fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	3024	Reparación y mantenimiento	13.44
Interés	2156		
Impuestos, almacenaje y seguro	952		
Total	6132	Total	13.44

Cuadro 25. Costos totales de la siembra de trigo

Superficie (ha)	Costo del tractor (NS/ha)	Costo de la siembra de grano fino (NS/ha)	Costo total de la siembra de trigo (NS/ha)
50	216.85	131.60	348.45
100	116.35	70.28	186.63
150	82.85	49.84	132.69 *
200	66.10	39.62	105.72
250	56.05	33.48	89.53
300	49.35	29.40	78.75
350	44.56	26.48	71.04
400	40.97	24.29	65.26
450	38.18	22.58	60.76
500	35.95	21.22	57.17
550	34.12	20.10	54.22
600	32.60	19.18	51.78
650	31.31	18.39	49.70
700	30.20	17.72	47.92

* Costo al cual operará la sembradora en la siembra de trigo

Cuadro 26. Costos de la aspersora

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	168	Reparación y mantenimiento	1.25
Interés	115		
Impuestos, almacenaje y seg.	51		
Total	335	Total	1.25

Cuadro 27. Costo total de la aplicación de plaguicidas

Superficie (ha)	Costo del tractor (N\$/ha)	Costo de la aspersora (N\$/ha)	Costo total de aplicación de plaguicidas (N\$/ha)
50	209.34	7.13	216.47
100	108.84	3.78	112.62
150	75.34	2.66	78.00
200	58.59	2.10	60.69
250	48.54	1.77	50.31 *
300	41.84	1.54	43.38
350	37.05	1.38	38.43
400	33.46	1.26	34.72
450	30.66	1.17	31.83
500	28.44	1.10	29.54
550	26.61	1.03	27.64
600	25.09	0.98	26.07
650	23.80	0.94	24.74
700	22.69	0.90	23.59

* Costo al cual operará la aspersora en la aplicación de plaguicidas.

Cuadro 28. Costos de la fertilizadora

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	345	Reparación y mantenimiento	2.3
Interés	177		
Impuestos, almacenaje y seg.	78		
Total	600	Total	2.3

Cuadro 29. Costos totales de la operación de fertilización.

Superficie (ha)	Costo de la tractoría (N\$/ha)	Costo de la fertilizadora (N\$/ha)	Costo total de la fertilización (N\$/ha)
50	205.58	12.44	218.02
100	105.08	6.44	111.52
150	71.58	4.44	76.02
200	54.83	3.44	58.27 *
250	44.78	1.84	47.62
300	38.04	2.44	40.48
350	33.29	2.15	35.44
400	29.70	1.94	31.64
450	26.91	1.77	28.68
500	24.68	1.64	26.32
550	22.85	1.53	24.38
600	21.33	1.44	22.77
650	20.04	1.36	21.40
700	18.93	1.29	20.22

* Costo al cual operará la fertilizadora.

Cuadro 30. Costos de operación de la combinada.

Costos fijos		Costos variables	
Concepto	N\$/año	Concepto	N\$/hr
Depreciación	110 250	Reparación y mantenimiento	210
Interés	53 900	Consumo de diesel	25.15
Impuestos, almacenaje y riesgos	23 800	Aceite, grasa y filtros	3.77
1		Mano de obra	3.33
Total	187 950	Total	242.22

Cuadro 31. Costo total de la operación de cosecha de trigo

Superficie (ha)	Costo total (ha)
50	3930
100	2051
150	1424
200	1111 *
250	923
300	798
350	708
400	641
450	589
500	547
550	513
600	485
650	460
700	440

* Costo al cual operaría la combinada si se comprara.

Cuadro 32. Máquinas requeridas por mes

Equipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tractor	5	6	4	5	7	5	2	6	6	6		5
Arado	5	6										5
Rastra			4	3	3							
Sembradora unitaria				2								
Cultivadora					4	4						
Ensiladora								6	6	6		
Sembradora de grano fino						1						
Aspersora							1					
Fertilizadora							1					
Combinada										1	1	

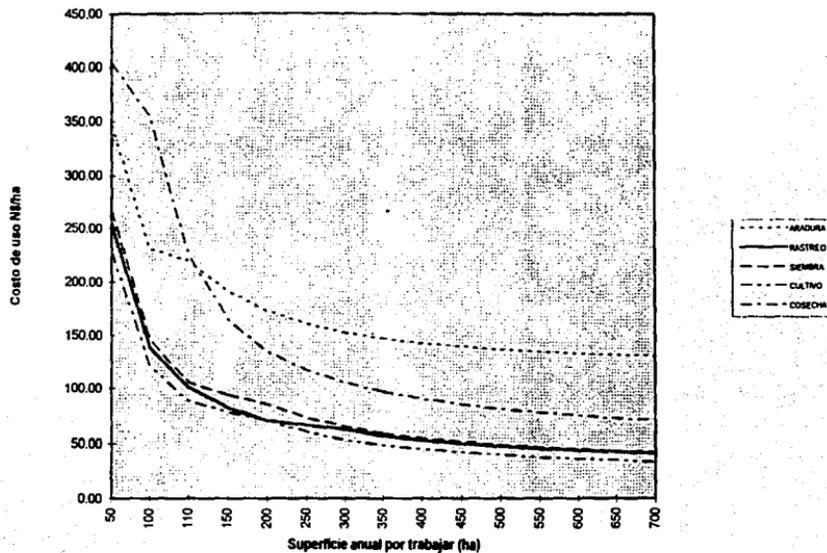
La cantidad de máquinas necesarias que no se posean serán contratadas para el servicio del ejido, para llevar a cabo sus labores de acuerdo a sus necesidades. A su vez el ejido también rentará aquella maquinaria que no use en un momento dado.

Cuadro 33. Establecimiento de las tarifas por labor.

Trabajo	Superficie total	Implementos necesarios	Área por hectárea	Costos de operación (NS/ha)	Tarifa (NS/ha)
Aradura	550	5	110	220	286
Rastreo	1100	4	275	66	86
Siembra de maíz	350	2	175	94	122
Cultivo	700	4	175	78	100
Cosecha de maíz	350	6	58.3	355	460
Siembra de trigo	200	1	200	106	138
Aplicación de plaguicidas	200	1	200	60	80
Fertilización	200	1	200	58	75
Cosecha de trigo	200	1	200	1111	1444

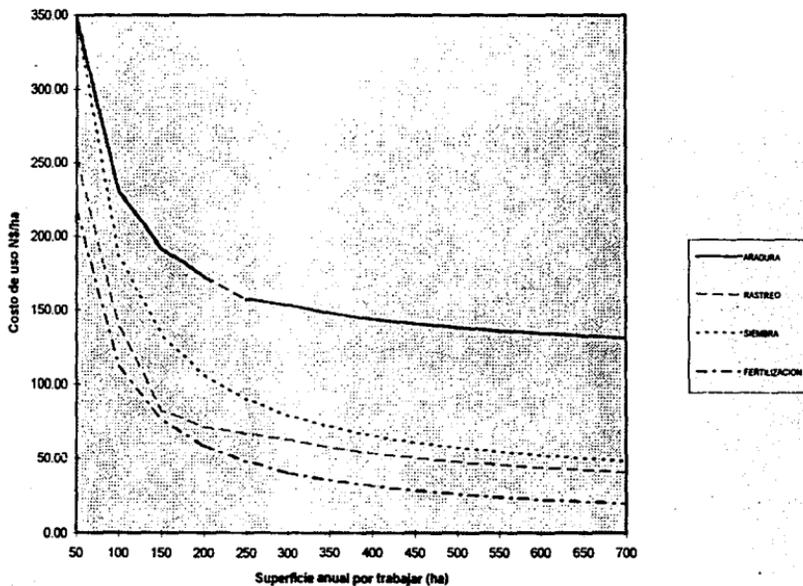
* Las tarifas se establecen en base a los costos de operación más un treinta por ciento de ganancia.

COSTOS POR HECTAREA DEL USO DE MAQUINAS POR LABOR EN EL CULTIVO DE MAIZ FORRAJERO.



GRAFICA 1

COSTOS POR HECTAREA DE USO DE MAQUINAS POR LABOR EN EL CULTIVO DE TRIGO.



GRAFICA 2

CAPITULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS.

La aradura es la labor que requiere de mayor potencia y por lo tanto se toma de base para la selección de la potencia del motor requerido; ya que si se ejecuta bien esta labor se podrán realizar las demás.

El tipo de suelo predominante en el ejido de San Jerónimo Xonacahuacán es arcilloso. La potencia necesaria necesaria para vencer la resistencia al corte de este tipo de suelo es de 23.79 HP. Las pérdidas de potencia ocasionadas por los factores mencionados en el capítulo III de resultados que equivaen a 34.6 HP.

Se selecciona un tractor de potencia máxima al volante de 74 HP (ver anexo 4), de los más baja potencia adecuada, existente en e mercado. La potencia necesaria para la labor de aradura es de 58.39 HP (79 %) incluyendo las pérdidas; la potencia restante 15.6 HP (21 %) podrá ser aprovechada para labores de aradura más profunda. o en suelos sujetos a mayor compactación por el continuo paso de la maquinaria agrícola.

Las tarifas se calculan de tal manera que permitan cubrir los costos de trabajo efectuado más una ganancia del 30%, que motive el desarrollo del ejido como empresa productiva y de renta de maquinaria agrícola.

Debido a la intensidad de alguna practicas de labranza se tiene una demanda alta de maquinaria durante el mes de febrero para la labor de aradura en el cultivo de trigo, porque se comprarán solo cinco agregados y para este mes se requiere de 5.3 tractores e implementos para ejecutar la labor de aradura en 200 hectáreas en el tiempo disponible

previsto. Cada tractor tiene una capacidad de campo efectiva (CCE) para esta labor de 0.24 ha/hr; y durante el tiempo disponible (154 horas) sólo podrá trabajar 36.96 hectáreas. Entre cinco agregados se harían 184.8 hectáreas. Para realizar la labor de aradura en las 200 hectáreas es necesario contratar un agregado más que realice el resto 15.2 hectáreas.

Durante el periodo que va del primero al 20 de mayo se traslapa la primera escarda de maíz y el rastreo para el trigo. Para realizar estas labores se requiere de 7 agregados y se contará sólo con cinco; para salvar esta situación se recurrirá al alquiler de 2 tractores de 74 HP para complementar la labor de cultivo en el maíz.

Durante los meses de agosto, septiembre y octubre se rentará un tractor de categoría III y una ensiladora de dos surcos para complementar y acelerar la cosecha en el maíz forrajero. Porque con 5 tractores y 5 ensiladoras para un surco sólo se podrán trabajar durante el tiempo disponible 259.87 hectáreas y se requiere cosechar 350 hectáreas. La cosecha de maíz forrajero requiere rapidez porque de lo contrario se perjudica la calidad nutritiva de el forraje. Ver Cuadro 9 y 10.

En el periodo del 15 de octubre al 10 de noviembre se alquilará una combinada para la ejecución de la labor de cosecha de trigo en 200 hectáreas.

Estos equipos se alquilarán porque no se utilizarían frecuentemente y resultaría caro tenerlos y mantenerlos por la alta inversión que representa. Ver Cuadros 30, 31 y 32.

Para dar continuidad al uso de tractores e implementos durante la demanda mínima (julio y noviembre), los equipos que no se utilicen serán promovidos para realizar trabajos fuera del ejido o en su defecto enviarlos a reparación y mantenimiento.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

En la planeación de actividades para este proyecto la capacidad de campo de las máquinas juega un papel muy importante, se ve favorecida por la facilidad inherente de cada labor agrícola a ejecutar. Entre más difícil y complicada sea la labor a realizar por una máquina, la capacidad de campo y el rendimiento de la misma se verán disminuidos. No es lo mismo realizar la labor de aradura que la labor de cultivo. La aradura es más pesada y requiere de más potencia y tiempo que la labor de cultivo.

La capacidad de campo aumenta con el incremento de la velocidad de operación; pero si se incrementa demasiado se perjudican las máquinas y la calidad del trabajo; es decir, la calidad del trabajo y la eficiencia de campo disminuirían considerablemente.

Para obtener mejores resultados de la capacidad de campo de las máquinas, se debe tener cuidado en reducir al mínimo las pérdidas de tiempo durante la ejecución del trabajo, eligiendo también las máquinas más modernas y capaces que puedan hacer lo más eficientemente posible el trabajo. Entre más se haga rendir la capacidad de campo de las máquinas, menores serán los costos de operación.

No se comprarán todas las máquinas necesarias para la ejecución de las labores, porque los costos de inversión son muy elevados. Se comprará sólo la maquinaria necesaria de menor costo. En la medida en que el ejido vaya alcanzando una mayor especialización en el trabajo y una ganancia por ello entonces, podrá comprar más maquinaria y más especializada.

Se comprarán los implementos mínimos necesarios para cada tractor, para que durante a demanda mínima no estén parados por falta de implementos y puedan realizar trabajos fuera del ejido.

Al trabajar mayor número de hectáreas los costos de inversión se recuperarán más rápidamente y los costos de operación disminuyen.

La cantidad de máquinas que se comprarán para el servicio del ejido y de terceros son las siguientes:

1. 5 tractores de 74 HP
2. 5 arados de tres discos
3. 5 rastras de 20 discos
4. 2 sembradoras unitarias de tres cuerpos cada una
5. 5 cultivadoras de tres timones
6. 5 ensiladoras para un surco
7. 1 sembradora de granos finos
8. 3 aspersoras de 20 boquillas
9. 2 fertilizadoras o esparcidoras de fertilizantes y semillas.

El tiempo disponible juega un papel muy importante en la ejecución de las labores agrícolas y en la cantidad de máquinas a utilizar en estas labores. Entre más tiempo disponible se tenga se ocupará menor cantidad de máquinas y los costos de inversión se reducen también.

En general, el clima templado de el ejido de San Jerónimo Xonacahuacán no limita extremadamente el número de días laborables en la región, además de estar inmerso en una zona semiárida.

Los más altos costos de operación se originan en las labores en que se requiere de más potencia, más tiempo y de maquinaria más especializada y por lo tanto más cara. Como lo es la aradura, la cosecha de maíz, la siembra de trigo y la cosecha de trigo; cuyos costos de operación por hectárea son: N\$220.00, N\$355.00, N\$106.00 y N\$1 111.00 respectivamente. Ver Cuadro 32.

La operación más cara corresponde a la labor de cosecha de trigo por esta razón no se comprará la máquina para esta labor.

Entre más superficie sea atendida por la maquinaria agrícola menores serán los costos de operación de las máquinas. Ver gráfica 1 y 2.

En estas gráficas también puede observarse que los costos más altos de operación corresponden a las labores que requieren de mayor potencia, tiempo y de maquinaria más especializada.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ANEXOS

Anexo 1. Rendimientos medios de diferentes labores obtenidas en campo por ASAE

Tipo de labor	Eficiencia	Velocidad Km/hr
1. Labranza		
Arado de vertedera	70 - 90	3 - 6
Arado de discos	70 - 90	3-5 - 6
Arado subsoleador	70 - 90	3 - 6
Rastra de discos	70 - 90	6 - 10
Rastra de dientes	70 - 90	6 - 10
2. Siembra y fertilización		
Sembradora - fert. en hileras	60 - 78	6 - 10
Sembradora de granos pequeños	65 - 80	4 - 9
Sembradora al voleo	65 - 70	6 - 10
3. Cultivo y control de la maleza		
Cultivador en surco	68 - 90	3 - 9
Escardadora rotativa	80 - 88	9 - 12
Pulverizador hidráulico	55 - 65	6 - 10
4. Cosecha		
Segadora	75 - 85	5 - 9
Rastrillo de entrega lateral	62 - 89	6 - 12
Empacadora	65 - 85	6 - 10
Cosechadora de maíz	55 - 70	3 - 6
Combinada	65 - 80	3 - 6
5. Otros		
Aplicador de amoníaco	55 - 65	6 - 9
Desvaradora	65 - 85	0 - 10

Fuente: ASAE; 1988

Anexo 2. Algunas equivalencias útiles en la determinación de potencia de equipo agrícola

1 CV = 1 caballo de vapor = 75 kgm/s

1 CV = 0.9863 caballo de fuerza (CF)

1 CV = 0.736 kilovatio (KW)

1 CF = 1.0139 CV

1 KW = 0.746 KW

1 KW = 1.341 HP

1 KW = 1.359 CV

1 KW = 102 Kgm/s

1 HP = 0.735 KV

1 KV = 1.370 HP

Fuente: FIRA; 1985.

Anexo 3. Tabla elaborada a partir de datos promedio

Maquinaria	Vida útil estimada horas	Uso anual estimado en horas	Total reparaciones hasta término vida útil (96 de precio)
Tractor de llantas	10000	1000	120
Tractor oruga	12000	1000	100
Combinada automotriz	2000	300 - 400	60
Arados, rastras, rodillos	2500	300	120
Sembradora	2500	300	120
Esparcidor fertiliz.	1200	200	120
Esparcidor estiércol	2500	300	60
Segadora	2500	200 - 300	120
Rastrillo descarga lateral	2500	300	100
Enfardadora	2500	200 - 300	80
Cosechadora de forrajes	2000	300	80
Aspersor	1200	150-200	100
Piscadora maíz	2000	300	80
Carros o vagones	5000	500 - 600	100

Fuente: ASAE; 1988

Anexo 4

ESPECIFICACIONES	FORD 6600	JD 2755	MF 392 S	CASE IH 695
Potencia máxima al volante	77 HP	84 HP	84 HP	74 HP
Potencia a la TDF	67 HP	70 HP	73 HP	64 HP
Número de cilindros	4	4	4	4
Admisión de aire	AN	AN	AN	AN
Relación de compresión	16.3 A 1	17.8 A 1	16.0 A 1	16.0 A 1
Velocidad de TDF	540 RPM	540 RPM	540 RPM	540 RPM
Sistema hidráulico con capacidad de levante Kg.	2664	1455	2290	1600
Categoría de enganche	II	II	II	II
Peso total	2930	2825	2540	2741
ESPECIFICACIONES	FORD 6610	JD 2755 T	MF 392/4	CASE IH 895
Potencia máxima al volante	84 HP	94 HP	92 HP	85 HP
Potencia a la TDF	74 HP	75 HP	73 HP	73 HP
Número de cilindros	4	4	4	4
Admisión de aire	AN	TURBO	TURBO	TURBO
Relación de compresión	16.3 A 1	17.8 A 1	15.5 A 1	16.0 A 1
Velocidad de TDF	540	540	540	540
Capacidad de levante del Sistema Hidráulico Kg.	2664	1455	2586	
Categoría de enganche	II	II	II	II
Peso total	2900	3465	3011	2867

Anexo 4

ESPECIFICACIONES	FORD 8730	JD 4455	MF 3645	CASE IH 7120
Potencia máxima al volante	163 HP	152 HP	160 HP	184 HP
Potencia a la TDF	140 HP	140 HP	147 HP	150 HP
Número de cilindros	6	6	6	6
Admisión de aire	TURBO	TURBO	TURBO	TURBO
Relación de compresión	15.6 A 1	15.8 A 1		
Velocidad de TDF	540 Y 1000	540 Y 1000	540 Y 1000	540/1000
Sistema hidráulico con capacidad de levante	4564	2600	5200	
Categoría de enganche.	II - III	II - III	II - III	II - III
Peso total Kg	6220	5630	5605	
ESPECIFICACIONES	FORD 7610	JD 2755 S	MF 398	CASE IH 885
Potencia máxima al volante	105 HP	105 HP	105 HP	85 HP
Potencia a la TDF	90 HP	89 HP	83 HP	73 HP
Número de cilindros	4	4	4	4
Admisión de aire	TURBO	TURBO	TURBO	TURBO
Relación de compresión	15.6 A 1	17.8 A 1	16.0 A 1	16.0 A 1
Velocidad de TDF	540/1000 OPC	540	540	540
Sistema hidráulico con capacidad de levante	2664	1730	2586	
Categoría de enganche.	II	II	II	II
Peso total	3080	3835	3185	2867

BIBLIOGRAFIA

1. Binswanger, Hans. 1984. Agricultural Mechanization: a comparative historical perspective. Washington D.C. World Bank.
2. FIRA, 1985. Instructivos Técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie agricultura y maquinaria agrícola. México.
3. García, Garske, S. 1991. Propuesta para la clasificación de los tiempos tecnológicos: Evaluación de la productividad de las máquinas agrícolas. UACH.
4. Hunt, Donnel, 1983. Maquinaria agrícola: rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo. Ed. Limusa, México.
5. ICAMEX, 1994. Guía técnica de paquetes tecnológicos: coordinación regional II Zumpango. 6ª Edición. México.
6. Jacome, Maldonado. 1991. Metodología de evaluación financiera de maquinaria y equipos agrícolas. Trabajo presentado en el primer Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola, en la UACH.
7. Liljedhal, Carleton, Turnquist. 1991. Tractores, diseño y funcionamiento. Ed. Limusa, 2ª Edición. México.
8. Maroni, Medera. 1989. Manual práctico de máquinas para la labranza. Ed. Hemisferio Sur, Argentina.
9. Masera, Cerutti, 1990. Crisis y mecanización de la agricultura campesina. COLMEX, México.

10. Murillo, Soto. 1985. Equipo agrícola, selección y administración. Ed. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
11. Ortiz, Cañavante. 1989. Técnica de la mecanización agraria. Ed. Mundi-Prensa. España.
12. Ramírez, R.D. 1994. Desarrollo de una metodología de trabajo para un programa de mecanización agrícola en el área rural de la Delegación Tlalpan Distrito Federal, México. Tesis Profesional Ing. Agrícola. F.E.S. Cuautitlán México.
13. Robles, Sánchez. 1990. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, 5ª Edición, México.
14. SEP, 1986. Organización de operaciones agropecuarias, SEP, México FAO. Ed. Trillas, México.
15. Shippen, Turner. 1984. Maquinaria agrícola básica. Manuales de técnica agropecuaria. Vol. 1 y 2, España.
16. Sistema estatal de información. 1980. Monografía del Municipio de Tecamác Estado de México. Gobierno del Estado de México.
17. Soto, Molina. 1988. Introducción al estudio de maquinaria agrícola. Ed. Trillas, México.
18. Stone, Gulvin. 1982. Maquinaria agrícola. Ed. CECSA, México.