



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN



TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA ACTUAL
MECANIZACIÓN DE 200 HECTÁREAS
PARA EL CULTIVO DE ALFALFA
(*Medicago sativa*)

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTA :
ROBERTO RAMÓN GARAY NORIEGA

ASESOR :
ING. CARLOS GÓMEZ GARCÍA

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 CUAUTITLAN
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-CUAUTITLAN
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: Mecanización de 200 hectáreas para
el Cultivo de Alfalfa (Medicago sativa).

que presenta el pasante: Roberto Ramón Garay Noriega

con número de cuenta: 7311108-7 para obtener el TITULO de:

Ingeniero Agrícola

Bajo mi asesoría, cubriendo los requisitos académicos.

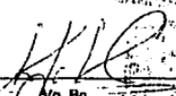
ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx. a 21 de febrero de 199 5.


Ing. Carlos Gómez García

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR


Vo. Bo
DEPARTAMENTO DE EXAMENES
PROFESIONALES

UAF-DEP/101

FRANCOES
NALES

FALLA DE ORIGEN

INDICE

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
1.- REVISION DE LITERATURA.....	4
1.1. Generalidades del cultivo de la alfalfa.....	4
1.1.1. Descripción botánica.....	4
1.1.2. Morfología de la alfalfa.....	4
1.1.2.1. La raíz.....	4
1.1.2.2. Tallos y hojas.....	5
1.1.2.3. Flor y fruto.....	5
1.1.2.4. Germinación.....	5
1.1.2.5. Nutrición.....	6
1.1.2.6. Polinización.....	7
1.1.3. Factores climáticos.....	7
1.1.3.1. Temperatura.....	7
1.1.3.2. Agua.....	8
1.1.4. Factores edáficos.....	8
1.1.4.1. La acidez.....	8
1.1.4.2. Salinidad y alcalinidad.....	9
1.1.4.3. Profundidad del suelo y drenaje.....	9
1.1.5. Variedades.....	10
1.2. Características agrotécnicas en las operaciones agrícolas de la alfalfa.....	11

1.2.1. Preparación del terreno.....	11
1.2.1.1. Subsoleo.....	12
1.2.1.2. Aradura o barbecho.....	13
1.2.1.3. Rastro.....	15
1.2.1.4. Nivelación.....	15
1.2.1.5. Meigüeo.....	15
1.2.1.6. Siembra.....	16
1.2.1.7. Fertilización.....	17
1.2.1.8. Segado.....	18
1.3. Determinación de capacidades de campo de las máquinas a utilizar en el establecimiento y manejo del cultivo de la alfalfa.....	19
1.3.1. Ancho de trabajo.....	19
1.3.2. Velocidad de avance.....	19
1.3.3. Capacidad teórica.....	19
1.3.4. Eficiencia del tiempo.....	20
1.3.5. Capacidad efectiva en el campo.....	20
1.3.6. Promedio de horas de trabajo.....	21
1.3.7. Capacidad diaria.....	22
1.3.8. Días de trabajo disponibles.....	23
1.3.9. Área cubierta por máquina por temporada.....	23
1.3.10. Número de máquinas necesarias.....	24
1.4. Cálculo de costos de maquinaria.....	25
1.4.1. Costos fijos.....	25
1.4.1.1. Depreciación.....	26
1.4.1.2. Impuestos.....	27
1.4.1.3. Interés.....	27
1.4.1.4. Almacenaje.....	28
1.4.1.5. Seguro.....	29

1.4.2. Costos de operación.....	29
1.4.2.1. Combustible.....	29
1.4.2.2. Lubricante.....	30
1.4.2.3. Mano de obra del operador.....	31
1.4.2.4. Mantenimiento y reparaciones.....	31
1.4.2.5. Costos totales de uso de las máquinas.....	32
2 .- METODOLOGIA PROPUESTA.....	34
2.1. Definición de las operaciones a mecanizar.....	34
2.2. Superficie a mecanizar.....	34
2.3 Determinación de capacidad de trabajo de las máquinas.....	35
2.3.1. Capacidad teórica.....	35
2.3.2. Eficiencia de campo.....	35
2.3.3. Capacidad efectiva de campo.....	35
2.3.4. Promedio de horas de trabajo.....	35
2.3.5. Capacidad diaria de campo.....	35
2.3.6. Días de trabajo disponibles.....	36
2.3.7. Area cubierta por temporada.....	36
2.3.8. Número de máquinas necesarias.....	36
2.4. Determinación de costos.....	36
2.4.1. Costos fijos.....	36
2.4.1.1. Depreciación.....	36
2.4.1.2. Intereses.....	36
2.4.1.3. Almacenaje.....	36
2.4.1.4. Seguro.....	36
2.4.1.5. Impuestos.....	36
2.4.2. Costos Variables.....	37
2.4.2.1. Costos de Combustible.....	37

2.4.2.2. Costos de lubricantes.....	37
2.4.2.3. Mano de obra del operador.....	37
2.4.2.4. Reparación y mantenimiento.....	37
2.5. Costos totales.....	37
3. SIMULACION DE RESULTADOS.....	38
3.1. Selección de las máquinas para cada actividad.....	38
3.2. Puntos importantes para estimar la capacidad de trabajo.....	38
3.3. Días netos de trabajo.....	39
3.4. Capacidades de campo.....	40
3.5. Costos de las maquinas en estudio.....	40
3.5.1. Costos fijos.....	40
3.5.2. Costos variables.....	41
3.6. Costos totales por hectárea.....	42
4.- CONCLUSIONES.....	44
5.- BIBLIOGRAFÍA.....	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1. CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLE Y PESOS DE COMBUSTIBLE PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE MOTORES DE TRACTOR.....	30
CUADRO N° 2. COSTO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO, PORCENTAJE DEL PRECIO DE COMPRA.....	32
CUADRO N° 3. OPERACIONES Y NORMAS AGROTECNICAS RESPECTIVAS.....	35
CUADRO N° 4. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR.....	38
CUADRO N° 5. INFORMACION BASICA PARA ESTIMAR EL AREA CUBIERTA POR MAQUINA.....	39
CUADRO N° 6. DIAS NETOS Y HORARIO EFECTIVO DE TRABAJO.....	39
CUADRO N° 7. CAPACIDAD DE CAMPO DE LAS MAQUINAS EN ESTUDIO.....	40
CUADRO N° 8. COSTOS FIJOS DE LAS MAQUINAS.....	41
CUADRO N° 9. COSTOS VARIABLES DE LAS MAQUINAS EN ESTUDIO.....	41
CUADRO N° 10. COSTO POR HECTAREA, PRIMER AÑO.....	42

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA N° 1. CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....34

GRAFICA N° 2. COSTO POR HECTAREA, PRIMER AÑO.....43

INTRODUCCION.

La superficie agrícola en México es de 23 millones de hectáreas de donde se obtiene una buena porción de los alimentos que requiere la población, la cual es completada con las importaciones. La población sigue incrementándose a tal grado que se ha proyectado que para el año 2009 será de 120 millones de habitantes, lo cual incrementara considerablemente la demanda de alimentos, educación, salud y vivienda principalmente. (Robles, 1978).

La superficie agrícola de nuestro país lejos de incrementarse, sufre un desplazamiento, debido al crecimiento de los asentamientos humanos además de una porción del relieve que se encuentra muy accidentada en las zonas montañosas, esto aunado a la escasez de agua en las grandes planicies áridas y semiáridas que conforman el 25 y el 50 % de la superficie total del territorio respectivamente.

Otro problema es el poco desarrollo que 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 mayores de 20 hectáreas. Esto se debe al tamaño de los equipos y tractores en los mercados mundiales, cuya potencia oscila entre los 60 y 80 HP.

La mecanización permite al agricultor aumentar la superficie que es capaz de trabajar, lo que permite que la unidad de producción se mantenga rentable frente a la tendencia a la baja de los precios de los productos agrícolas.

Es notable el incremento que se ha presentado en el país en cuanto a áreas cultivadas con alfalfa en los últimos años ya que en la actualidad la superficie sembrada a nivel nacional asciende a 210 000 ha. aproximadamente, con una producción de 13 500 000 ton. y un rendimiento promedio de 60 ton/ha. anuales.

Los principales motivos que han ocasionado el incremento y la popularidad de la siembra de la alfalfa son por un lado, el aumento en la producción de ganado mayor (bovino) y menor para satisfacer las demandas alimentarias de la población .Por otro lado, este cultivo representa al agricultor múltiples ventajas como son las altas cualidades nutricionales, facilidad de manejo, (ya que se puede utilizar en verde, ensilado, henificado o como harina mezclado con otros productos y cultivos que elevan su calidad nutricional) además de ser ideal dentro de los programas de rotación de cultivos. Por otra parte la alfalfa representa para el agricultor una buena opción para mejorar su nivel de ingresos económicos, dado el alto precio que tiene en su comercialización .

Por la importancia que tiene en el país el cultivo de alfalfa , este trabajo pretende dar una visión más amplia de los costos que genera la utilización de máquinas agrícolas en la producción de esta leguminosa ya que estos gastos representan uno de los mayores rubros del total del costo de producción .

OBJETIVOS.

- Determinar las capacidades efectivas de campo, las eficiencias de trabajo de la maquinaria utilizada en el establecimiento y manejo del cultivo de alfalfa.
- Calcular los costos directos e indirectos de la maquinaria utilizada en el establecimiento y manejo del cultivo de alfalfa .
- Reafirmar los conocimientos obtenidos durante el seminario de titulación impartido en la F.E.S. Cuautitlán.

I. REVISION DE LITERATURA.

1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA ALFALFA.

1.1.1 DESCRIPCION BOTANICA.

Nombre científico; *Medicago Sativa*. Nombre Vulgar; Alfalfa. Numero de cromosomas (2n):32. Planta perene, de raíz gruesa y tallo leñoso. Foliolos ovalados u oblongos, dentados en el ápice; estípulas semilanceoladas, largamente acuminadas, dentadas en la base. Flores grandes, de 8-10 mm. en racimos oblongos multifloros sobre pedúnculo no aristado. Corola violácea o azul. Legumbre glabra o pubescente, anular o en espiral, polisperma. Semillas de 1.5 a 2.5 mm, ovales, escotadas en el ombligo.

1.1.2. MORFOLOGIA DE LA ALFALFA.

1.1.2.1 LA RAÍZ

Las raíces de la alfalfa son abundantes, profundas. Constan de una raíz principal, robusta y pivotante, y numerosas secundarias. En la especie *M. sativa* la raíz principal es muy marcada y llega hasta la capa freática o roca madre a grandes profundidades. La raíz alcanza profundidades normalmente de 2 a 5 m. (Pozo, 1983)

1.1.2.2. TALLOS Y HOJAS.

La alfalfa es una planta normalmente erecta, de ahí que se presente tan inmejorable a la siega. Algunas variedades muestran un aspecto más prostrado. En la germinación, el primer tallo nace en los cotiledones. En las axilas de los cotiledones, o cuando éstos desaparecen de las hojas inferiores, se producen yemas que posteriormente dan origen a nuevos tallos.

1.1.2.3. FLOR Y FRUTO.

A la salida del invierno, el tallo se desarrolla a partir de una yema del cuello de la planta, floreciendo en fechas bastante fijas en un lugar determinado.

Las flores van reunidas en racimos auxiliares de distinto tamaño y densidad. La primera inflorescencia se sitúa frecuentemente a la altura del nudo catorce. Tiene color violeta con distintas tonalidades que van del azul pálido al morado oscuro. (Pozo, 1983).

1.1.2.4. GERMINACIÓN.

En la germinación, la semilla puesta en el suelo labrado comienza a embeberse de agua y sufre entonces una serie de transformaciones: desarrolla una raíz partiendo de la radícula preexistente en la semilla, y el talluelo se estira hasta sacar los cotiledones a la superficie del suelo. Todo ello se realiza a costa de las reservas existentes de la semilla. Estas reservas no son ilimitadas y, por lo tanto, de las semillas de mayor tamaño cabe esperar una plántula con mayor vigor. Por la misma razón, la profundidad de siembra no es independiente del tamaño de la semilla; cuanto mayor sea ésta, más hondo puede situarse al sembrar, sin superar, claro está, el espesor que la plántula pueda atravesar con sus propias reservas. De la

misma forma, al sembrar con semillas del mismo tamaño, las plántulas más vigorosas son producidas por las semillas que han quedado más someras.

La temperatura es otro factor determinante de las condiciones y velocidad de germinación. La temperatura regula la rapidez de absorción de agua a través del endospermo, aumentándose cuando también lo hace la temperatura. La semilla germina entre márgenes tan amplios que van desde 1 grado Celsius hasta los 37 grados Celsius, observándose un nivel óptimo hacia los 30 grados Celsius.

La semilla misma puede presentar algunas características que favorezcan o dificulten la germinación. Cuando joven, es decir, recién producida por la planta, la semilla puede presentar un bajo poder germinativo (porcentaje de semillas germinadas). Los granos, una vez madurados por la planta, deben sufrir una posterior maduración en condiciones secas para alcanzar su nivel óptimo de germinación (Pozo, 1983).

1.1.2.5. NUTRICIÓN.

Para su crecimiento y desarrollo, la planta necesita de varios elementos minerales y no minerales que absorbe en distintas formas. No deben estudiarse estas necesidades de forma absoluta e independiente. Normalmente, la proporción en que estos elementos se ponen a disposición del vegetal es tan importante como las cantidades totales de los mismos. Es fundamental, pues, que exista entre ellos un equilibrio que a menudo estén de tal forma interrelacionados, con el exceso o deficiencia de uno de ellos limita o condiciona la utilización por la planta de otros.

1.1.2.6. POLINIZACIÓN.

La quilla de la flor de la alfalfa apresa la columna estaminal rigidamente, gracias a un par de ganchitos que poseen las alas en la base. Como anteriormente se indica, en el interior de esta columna estaminal se encuentra el estilo, que de esta forma esté completamente empaquetado y su fertilización resulta así imposible. Solamente cuando por alguna razón o fuerza, las alas son separadas y la columna estaminal liberada, salta ésta como empujada por un resorte y va a apoyarse contra el estandarte de la flor. Entonces el estigma queda libre para ser fecundado, al separarse también la tenue membrana que lo cubría. Al mismo tiempo, y como efecto de ese brusco movimiento, las anteras, ya maduras, se abren y queda el polen libre. Entonces la flor puede fecundarse con su propio polen (autogamia) o con polen procedente de otra flor (alogamia). (Pozo, 1983).

1.1.3. FACTORES CLIMATICOS.

1.1.3.1 TEMPERATURA.

Las alfalfas mediterráneas pueden crecer en climas de inviernos frescos debido a la selección y a la sequía estival que impediría su crecimiento; sin embargo, las alfalfas de tipo nórdico están más orientadas hacia crecimientos estivales, ya que las bajas temperaturas del invierno provocan un paro en el crecimiento de la planta y una mejor resistencia al frío.

La semilla de alfalfa comienza a germinar a temperaturas de 2 a 3 grados Celsius, siempre que los restantes factores (humedad, fertilizantes, etc.) no actúen como limitantes. La germinación es más rápida cuando más alta es la temperatura, hasta alcanzar un óptimo, aproximadamente, a los 28-30 grados Celsius. Temperaturas por encima de los 38 grados Celsius, resultan ya letales para la joven plántula.

Distintos son los requerimientos en temperaturas para la planta en activo crecimiento y producción forrajera. Durante los meses fríos del invierno la alfalfa detiene su crecimiento, hasta que al iniciarse la elevación de temperaturas propias de la primavera empieza la planta a rebrotar.

1.1.3.2. AGUA.

La alfalfa es considerada, generalmente, como planta bastante resistente a la sequía. Sin embargo, ello no quiere decir que no precise de importantes cantidades de agua para su desarrollo y producción. Así, datos norteamericanos señalan que el número de kilogramos de agua precisos para producir un kilogramo de materia seca por la planta es en el caso de la alfalfa de 700 a 800 kg. Naturalmente, la cantidad necesaria de agua para el debido desarrollo de la alfalfa depende de varias condiciones de clima y suelo (temperatura, humedad ambiente, viento, etc.), que determinan en definitiva la evapotranspiración (Pozo, 1983).

1.1.4. FACTORES EDAFICOS.

1.1.4.1. LA ACIDEZ.

Este es uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación del área de cultivo de la alfalfa en todo el mundo. En países como Sudáfrica ha sido ésta la razón por la cual la difusión de tan interesante planta forrajera ha sido frenada durante decenios.

En efecto, aparte de una acción directa relativamente modesta, la acidez del terreno determina fundamentalmente:

-La nodulación y, consecuentemente la nutrición nitrogenada de la planta.

- La utilización del ion calcio.

- La absorción de los iones aluminio y manganeso, con los posibles efectos tóxicos que se siguen a un exceso de los mismos.

1.1.4.2. SALINIDAD Y ALCALINIDAD.

La alfalfa es una planta cuyo pH óptimo se sitúa en la zona de neutralidad, si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez, sin embargo, cuando esta alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, queda reducida, llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la vida de la planta. De todas formas, no es la alcalinidad problema que pueda limitar severamente la implantación de la alfalfa, a no ser que se complique con problemas de salinidad.

La alfalfa es reconocida como bastante tolerante a la salinidad. Sin embargo esta tolerancia se refiere únicamente al período adulto de la planta. Su tolerancia durante la germinación es incluso inferior a la de los cereales. Posiblemente la razón de ello no es otra que la intensa evapotranspiración en la superficie del suelo donde se concentran las sales más densamente, por lo que la situación de las plántulas resulta especialmente desfavorable. Cuando la planta desarrolla sus raíces en profundidad, alcanza niveles del suelo donde la salinidad no es ya tan extrema y resulta más tolerable. (Pozo, 1983).

1.1.4.3. PROFUNDIDAD DEL SUELO Y DRENAJE.

La alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos profundos sanos y bien drenados. En estas condiciones, incluso en climas de escasa pluviometría, es capaz de rendir notables cosechas. Tales condiciones no suelen ser demasiado frecuentes, y

cuando ocurren ,se dedican tales tierras a tipos de explotación más intensiva que la puramente forrajera. Además, la superficie de los suelos de menor profundidad y con drenaje parcialmente impedido es lo suficiente extensa como para que la búsqueda de una solución para ellos sea interesante. Concretamente en lo que se refiere a la alfalfa ,se debe preguntar hasta que punto la escasa profundidad o un defecto de drenaje puede limitar su cultivo.

Al comentar las características botánicas de la alfalfa se señalaba con gran énfasis el gran desarrollo radicular que esta planta llega a adquirir, razón por la cual era resistente a la sequía, ya que en épocas de escasez podía llegar a extraer el agua que necesitaba de las más profundas capas del suelo (Pozo, 1983).

1.1.5 VARIEDADES

Temprana: Flamenca, Peluda Peruana, Moapa (Esta es de las mas utilizada en México), African.

Media: Poitou, Provenza, Caliverde, Comunes.

Tardia: Ranger, Franconia, Nómada, Grimm, Rhizoma, Rambler, Vernal

Clasificación de los ecotipos españoles: Aragon, Navarra, Logroño, Gerona, Mediterráneo (Valencia, Albaida, Totana, Picaña)

La valenciana en este caso es la utilizada en este trabajo ya que también se usa mucho en México.

1.2. CARACTERÍSTICAS AGROTECNICAS EN LAS OPERACIONES AGRICOLAS DE LA ALFALFA.

1.2.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Teniendo en cuenta que la alfalfa es un cultivo que va a producir varias cosechas en el terreno y que una debida preparación del mismo puede, por tanto, determinar los buenos rendimientos de los próximos años, conviene ser verdaderamente generosos en las labores preparatorias previas a la siembra. Por otro lado, el alto coste que pueda acumularse por la relación de labores extraordinarias va a repartirse entre el producto de varios años, por lo que su repercusión económica es así atenuada.

Sin embargo, el deseo de dar muchas vueltas al terreno antes de proceder a la siembra puede verse limitado por el puesto que la alfalfa ocupe en la alternativa de cultivos prevista. Así, las posibilidades de laboreo se encuentran reducidas cuando tras la cosecha de trigo se pretende sembrar alfalfa en el otoño siguiente.

Cuando se establece con un cultivo asociado, también la técnica de siembra propia de éste puede en alguna forma determinar las labores que al terreno puedan darse. Aunque siempre en estos casos suele la alfalfa recibir atención preferente.

Tres son los objetivos a conseguir en la preparación del terreno:

-Preparar el suelo de manera que se favorezca el desarrollo de las raíces de la planta. Conocidas las características morfo-fisiológicas de la alfalfa, es fácil decidir que, en este sentido, el agricultor se debe preocupar de remover el suelo en profundidad, de manera que las pivotantes raíces de la planta puedan penetrar lo más hondo posible. Por otro lado, es imprescindible sanear el terreno, con el fin de

impedir encharcamientos, tanto permanentes como temporales, que tanto perjudican la salud de la alfalfa.

-Destruir las malas hierbas que pueden competir con la alfalfa y restarle espacio, humedad y elementos nutritivos.

- Preparar la superficie del suelo (capa superior de 5-10 cm.) para que reciba la semilla y facilite su germinación. Hay que entender esta preparación en dos sentidos:

a) Conseguir una capa de tierra mullida en la que la semilla no encuentre obstáculo alguno para que sus cotiledones salgan al exterior. En este sentido, los terrones y la formación de costra en terrenos pesados suelen representar los mayores inconvenientes.

b) Que las semillas estén íntimamente unidas a las partículas de la tierra donde han de encontrar la humedad necesaria para su germinación. (Soto, 1983).

1.2.1.1 SUBSOLEO

El subsoleo beneficia a toda clase de cultivo. Es una labor profunda que mejora las condiciones de drenaje del terreno, al mismo tiempo que aumenta la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Todo ello sin alterar el orden de los horizontes del terreno, con lo que se evita en muchos suelos que los cantos y rocas que se encuentran en profundidad vengan a aumentar la pedregosidad de la capa arable, o que salgan a la superficie tierras poco convenientes para el cultivo. Si todo ello es conveniente para cualquier tipo de planta, lo es en particular y especialmente para la alfalfa. Esta labor resulta cara por sus grandes requerimientos en potencia de tracción, especialmente si se tiene en cuenta que cuando más eficiente resulta es

en el verano, momento en el que el terreno se encuentra completamente seco y endurecido. En estas condiciones, el resquebrajamiento interno del suelo es máximo. Por tanto, es una labor que no puede, por razones económicas, menudearse con frecuencia. De aplicarla al terreno una vez en cada rotación de cultivos, el momento ideal puede ser inmediatamente antes del establecimiento de la alfalfa. Este cultivo obtendrá los máximos beneficios del subsolado al mismo tiempo que sus penetrantes y profundas raíces pueden completar la labor del arado en favor de los siguientes cultivos de la alternativa.

El arado de subsuelo está construido especialmente para trabajar sobre suelo que, durante varios años han sido barbechados a la misma profundidad, ocasionando una compactación inmediatamente después de la capa arable. Dicha compactación es conocida como "PISO DE ARADO".

La capa mencionada va aumentando su espesor año con año debido a que las condiciones de humedad a esta profundidad son mayores ya que el paso constante de dos ruedas sobre el fondo del surco activa la formación de una capa impermeable, lo cual dificulta la libre circulación de la solución de agua y los elementos nutritivos que pueden encontrarse en las capas de suelo inmediatas al "PISO DE ARADO" o en algunas ocasiones a nutrientes que se encuentran en el subsuelo. Tal compactación puede tener de 25 a 30 cm. de profundidad, ocasionado por la impermeabilidad escurrimientos laterales de agua y dificultando el desarrollo de las raíces de las plantas de los cultivos (Soto, 1983).

1.2.1.2. ARADURA O BARBECHO.

El barbecho consiste en una serie de labores repetidas a lo largo del año, con el fin de favorecer la penetración en el suelo de las aguas de lluvia, de reducir las

pérdidas de humedad por evaporación superficial y por el consumo que de ellas hacen las malas hierbas, las cuales deben ser sistemáticamente destruidas .

Entre las labores que constituyen el barbecho solamente una es realmente profunda (de unos 25 a 30 cm.) y las demás son superficiales.

Para realizar ésta labor el agricultor tiene preferencia por el arado de discos . En ésta clase de implementos se encuentran arados de remolque, integrales, y combinando ambos enganches, el arado semintegral; varían en numero de cuerpos en relación y de acuerdo con los tipos de tractores existentes, ya sean de bandas o de ruedas .

Los arados de discos penetran en el suelo por su peso y el ángulo que forman los discos con respecto a la línea del suelo . Esta es la principal diferencia en penetración con los arados de rejas, los cuales lo hacen por succión . Con lo anterior podemos comprender que los arados de discos necesitan ser de una construcción más sólida y deben realizarse sus ajustes correctamente para obtener una buena aradura. Al movilizarse el tractor, los discos penetran en el suelo y producen el efecto de casquetes giratorios que cortan el prisma del suelo con menor inversión que la vertedera del arado de rejas .

El corte hecho por el disco en el fondo del surco no es uniforme debido a la forma circular de este, dejando bajo la capa removida pequeños bordes entre el corte de discos, cosa que no sucede con la reja cuyo corte es completamente recto. En los suelos con gran proporción de arena trabajan bien tanto los arados de discos como los de reja; en estos últimos el desgaste es mas notable aumentando considerablemente el costo de los repuestos de rejas, lo que no sucede con los de discos (Grimaldi, 1969).

1.2.1.3. RASTREO.

Esta labor tiene como fin pulverizar los agregados del suelo para acentuar el contacto de las partículas de éste con las semillas para favorecer la germinación ; facilitar la retención de agua en los estratos superiores del suelo ;acercar el suelo a las raíces de las plantas eliminando los espacios vacíos debido a las heladas invernales ; matar insectos dañinos, mezclar residuos orgánicos, nivelar hasta donde sea posible los surcos muertos o camellones dejados al efectuar el barbecho.

El tipo de implemento utilizado es la rastra por que realiza una labor más completa al cortar y mover dos veces el suelo en cada pasada ,existen varios tipos de rastras y se pueden encontrar el tipo más adecuado en relación con la potencia del tractor y calidad del trabajo por realizarse. Los tipos de rastras se pueden clasificar en rastras de remolque e integrales (Grimaldi, 1969).

1.2.1.4. NIVELACION.

En las regiones donde se dispone de agua para riego es necesario su aprovechamiento al máximo por lo que en tales condiciones el suelo deberá estar lo mejor nivelado posible. Los suelos con desniveles deficientes recibirán mayor o menor cantidad de agua lo que origina deficiencias en la germinación o un crecimiento disperso del cultivo que se trate.

1.2.1.5. MELGUEO.

Se divide el terreno en compartimientos encerrados por pequeños diques. La forma puede ser cuadrada o rectangular y reciben el nombre de melgas. El tamaño de estas depende de la pendiente y del tipo de suelo.

El ancho de los compartimientos debe ser tal que el desnivel de la melga no sea mayor de aproximadamente 6 cms., por ejemplo en el caso de una pendiente de 1 %, o sea, de un desnivel de 1 cm. por cada metro, el ancho de la melga no debe de ser mayor de 6 m.

La longitud de la melga depende del tipo de suelo. En suelos arcillosos, el agua penetra mas lentamente que en suelos arenosos. Por esto, la longitud de la melga puede ser mas grande en el caso de suelos arcillosos. La longitud de la melga, en el caso de suelos arenosos será menor, debido a que el agua penetra más rápidamente. Si la longitud fuera demasiado grande, se obtendría un distribución desigual y el agua penetraría mas en la parte de la melga por donde entra el agua.

La longitud de las melgas en suelos livianos varía entre 60 y 180 m. En suelos arcillosos la longitud puede ser hasta 800 m.

La melga debe tener una pendiente en la dirección de su eje longitudinal para que se propicie un flujo adecuado durante la inundación. En general, se aplica una pendiente de hasta 0.5 % en el caso de suelos arcillosos. La pendiente de las melgas en suelos arenosos es de hasta 1 %, para obtener una mayor velocidad de flujo de agua y así evitar una infiltración excesiva en la parte superior de la melga. (Berlijn, 1985).

1.2.1.6. SIEMBRA.

Una de las responsabilidades más importantes del administrador de maquinaria es la de vigilar la operación del equipo de distribución; la aplicación de fertilizantes y plaguicidas es importante, pero a menos que la semilla se siembre a la profundidad y con la separación apropiadas, todas las demás operaciones de campo resultan inútiles.

Las máquinas accionadas por ruedas propias en el terreno, como las sembradoras de maíz y las de grano fino, son las más fáciles de operar, puesto que las variaciones de la velocidad dentro de límites prácticos no afectan la capacidad de aplicación. En general, la capacidad de aplicación de la maquinaria accionada por ruedas propias en el terreno se modifica cambiando la relación de engranajes entre el mecanismo de medición y la rueda.

Las sembradoras de grano fino son máquinas que preparan el suelo, miden la semilla y ponen en posición la semilla en una sola operación. Las sembradoras de grano fino pueden ser sembradoras combinadas, que son las equipadas con cajas de semilla y de fertilizante o sembradoras sencillas, las cuales sólo tienen una caja de semilla. Cualquiera de los dos tipos puede tener un accesorio para sembrar gramíneas (Hunt, 1983).

1.2.1.7. FERTILIZACION.

Los fertilizantes pueden aplicarse en varias ocasiones de diversas maneras y con diferentes métodos mecánicos. Puede ser en el momento de sembrar cuando se agreguen cantidades controladas de fertilizante con mecanismos acoplados a las sembradoras. Este fertilizante se coloca cerca de la semilla y se le llama fertilizante inicial. La práctica de agregar fertilizante a los campos con plantas en crecimiento se llama abono secundario y se hace con distribuidoras de campo, con aditamentos de las cultivadoras, y con aplicadores de amoníaco anhidro.

Cualquiera que sea la práctica, el administrador agrícola es responsable de que se haga una aplicación uniforme con la cantidad y la posición apropiadas con respecto a la semilla o a la planta.

Los fertilizantes pueden aplicarse en las formas gaseosa, líquida o sólida. La construcción del aplicador depende de la forma en que se aplique el fertilizante. (Hunt, 1983).

1.2.1.8. SEGADO.

Los problemas de la cosecha de forraje son diferentes a los de otras operaciones de cosecha por las razones siguientes:

Todos los forrajes están destinados al consumo animal, por lo general después de preservarlos.

La cosecha de forraje comprende el manejo de un voluminoso material de escaso valor.

Los forrajes presentan problemas de almacenamiento especiales diferentes a los de los granos.

La primera razón implica que la mecanización de los forrajes no deberá limitarse a las operaciones de campo, si no que se extiende de una manera lógica del campo al almacenamiento y al animal. Algunos estudios indican que la parte de campo de las actividades de la mecanización han superado las otras dos áreas y que actualmente más de la mitad del trabajo y del tiempo se emplea en la alimentación de los animales desde el almacenamiento. La selección del equipo de cosecha de forraje deberá proceder solo después de que se haya considerado la posibilidad de una mecanización completa del manejo de forrajes.

Una práctica que está ganando preferencia es la alimentación con forrajes verdes. No se permite a los animales que pasten en los alfalfares, sino en vez de esto se

les lleva mecánicamente la pastura; con ésta práctica se realiza la utilización más eficiente de los forrajes verdes (Hunt, 1983).

1.3. DETERMINACION DE CAPACIDADES DE CAMPO DE LAS MAQUINAS A UTILIZAR EN EL ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE ALFALFA.

1.3.1. ANCHO DE TRABAJO

Es diferente el ancho de trabajo y el ancho del implemento por lo tanto hay que conocer la diferencia entre ambos; el segundo es usado normalmente para efectos de cálculo y es en base al mostrado por catalogo. El ancho de trabajo efectivo es el resultado del trabajo en un terreno; generalmente es de aproximadamente un 90 % del ancho de implemento. (Ramírez, 1994).

1.3.2. VELOCIDAD DE AVANCE.

Se refiere a la rapidez con que la máquina se desplaza de un punto a otro durante su operación. Debe encontrarse un límite que no afecte la precisión de la operación para trabajar a velocidad óptima, variando de acuerdo a : condiciones de textura del suelo, humedad, forma y pendiente del terreno, habilidad de operador, tamaño del tractor e implementos.(Ramírez, 1994)

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

1.3.3. CAPACIDAD TEORICA.

La capacidad teórica es la capacidad máxima posible obtenible a una velocidad dada, asumiendo que la máquina se usa con su ancho total.

La capacidad teórica puede determinarse con la siguiente fórmula (Bowers, 1977):

$$C T = \frac{V \times A}{10} \quad (1)$$

donde:

C T = Capacidad teórica (ha/hr).

V = Velocidad de trabajo (km/hr)

A = Ancho de trabajo del implemento (m)

1.3.4. EFICIENCIA DEL TIEMPO.

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 el campo se considera tiempo desperdiciado. (Hunt, 1983).

1.3.5. CAPACIDAD EFECTIVA EN EL CAMPO.

La mejor manera de determinar la capacidad efectiva en el campo de una máquina, es realizar una verificación precisa del número de hectáreas realmente trabajadas o las toneladas recolectadas en un periodo de tiempo.

La capacidad efectiva trae el factor eficiencia. Esta determinación de capacidad real o verdadera es obtenible en un periodo de tiempo. Esta capacidad se puede obtener en la siguiente fórmula. (Bowers, 1977):

$$CEC = CT \times \frac{E}{100} \quad (2)$$

donde:

CEC.= Capacidad efectiva de campo (ha/hr)

E. = Eficiencia de trabajo en el campo (%).

1.3.6. PROMEDIO DE HORAS DE TRABAJO.

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

- Distancia de transporte
- Inspección del equipo
- Limpieza, ajuste y colocación de implementos
- Posibles tiempos de reparación
- Descansos
- Horas de espera para tener condiciones óptimas

Por lo tanto estas consideraciones producen el índice promedio de horas trabajadas; que es el horario realmente aprovechado. (Tsujimoto, 1990 citado por Ramírez).

1.3.7. CAPACIDAD DIARIA.

Area cubierta por día ó capacidad diaria (CCD). (ha/día). se obtiene con la siguiente formula:

$$CCD = \frac{CEC \times TD \times td}{100} \quad (3)$$

donde:

CCD = Capacidad de campo diaria (ha/día)

TD = Horas de trabajo por día (h/día)

td = Razón de trabajo efectivo diario (%)

Para poder usar la fórmula es necesario decidir las horas a trabajar en un día ; por influir en este, tales como: temporada de trabajo, desarrollo del cultivo, tipo de labor, condiciones climáticas, etc. Se considera el horario normal de trabajo de 8 horas, aunque en el trabajo agrícola no se respeta ya que puede ser mayor o menor dependiendo de los factores mencionados (Ramírez, 1994).

1.3.8. DIAS DE TRABAJO DISPONIBLES.

Es el periodo programado para realizar alguna actividad agrícola, sin embargo por presentarse algunas condiciones adversas como días lluviosos, días festivos, fines de semana, etc. por lo tanto este tiempo se reduce. Por formula se calcula de la siguiente manera: (Ramírez, 1994):

$$DTD = \frac{PC \times Wt}{100} \quad (4)$$

donde:

DTD = Promedio de días efectivos disponibles (días)

Wt = Razón de días de trabajo disponible (%)

PC = Periodo de cultivo calendarizado (días)

1.3.9. AREA CUBIERTA POR TEMPORADA POR MAQUINA.

Area total cubierta por las maquinas (CET). se obtiene con la siguiente formula: (Tsujimoto, 1990 citado por Ramírez):

$$CET = \frac{CED \times DTD}{n} \quad (5)$$

donde:

CET = Area cubierta por temporada por máquina (ha/máquina)

CED = Capacidad de campo diaria.(ha./ día).

DTD = Promedio de días netos de trabajo.(días).

n = Número de repeticiones de la operación.(se usa en el caso de ser >1 como dos pasadas de rastra).

1.3.10. NUMERO DE MAQUINAS NECESARIAS.

Es el número de máquinas necesarias para realizar todas y cada una de las labores a desarrollar para el establecimiento del cultivo en el tiempo optimo. Este se obtiene con la siguiente formula:

$$N = \frac{S T}{CET} \quad (6)$$

donde:

N = Numero de máquinas necesarias.

S T = Superficie total.(ha)

CET = Area cubierta por temporada por máquina.(ha/máquina.).

1.4 CALCULO DE LOS COSTOS DE MAQUINARIA.

Uno de los costos más importantes que influyen en las utilidades en las operaciones agrícolas, es el costo de propiedad y el de operación de maquinaria. Los costos de maquinaria son uno de los pocos que en una buena administración puede minimizar, y aprendiendo a calcularlos con precisión ayudaría a reducirlos.

Los cálculos precisos de los costos juegan un papel importante en cada decisión del manejo de maquinaria, cuando cambiaria, que tamaño comprar y cómo comprarla.

Estos costos se dividen en dos tipos principalmente; Costos de propiedad o fijos y Costos operacionales o variables.

1.4.1. COSTOS FIJOS.

Costos Fijos son aquellos que dependen más de cuanto tiempo se ha tenido la maquina que de cuanto tiempo ha sido usada.(Hunt,1983)

Otro autor menciona que son aquellos 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 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)

1.4.1.1. DEPRECIACION.

La depreciación como un costo, también llamada desvalorización significa una pérdida en el valor de la maquinaria, debido a tiempo y uso. A menudo, es el más grande de los costos.

Las maquinas se desvalorizan, o tienen una pérdida de valor, debido a varias razones, incluyendo:

Edad: Aún cuando los cambios de modelo puedan resultar en muy poca diferencia en la función de la maquina, las maquinas más nuevas valen más que las viejas.

Desgaste: Mientras más se use una maquina, mayor será el desgaste. Como resultado, la habilidad de funcionar como nueva se reduce o se puede averiar constantemente, significando que se ha perdido su confiabilidad.

Obsolescencia: Si es que ha habido un cambio importante de modelo o la máquina ya no tiene más la capacidad suficiente, su valor puede reducirse considerablemente, aún cuando no esta desgastada. También se pueden introducir conceptos de máquinas nuevas que pueden volver obsoletas las máquinas similares existentes.

Con el método de desvalorización proporcional, se usa una reducción de valor igual por cada año que se tiene la máquina. Este método puede usarse para calcular los costos en un período de tiempo específico, siempre que se use el valor de recuperación correcto para la edad de la máquina. Para determinar la desvalorización promedio anual (DPA), se usa la siguiente formula. (Bowers, 1977)

$$DPA = \frac{(C)-(VR)}{AP} \quad (7)$$

donde:

DPA = Desvalorización promedio anual (\$/año).

C = Costo inicial de la maquina (\$).

VR = Valor de recuperación (\$).

AP = Años de posesión (años).

1.4.1.2. IMPUESTOS.

El impuesto que se paga por la maquinaria, es de la misma manera que por cualquier otra propiedad. En algunos casos, también se aplica el impuesto de venta. El cargo anual de impuestos será de uno a dos por ciento del valor de la máquina al comienzo del año. Pero en el caso de México no se paga impuestos por la maquinaria agrícola (Bowers;1977).

1 4.1.3. COSTO POR INTERESES.

Si se adquiere la máquina con un préstamo del banco es obvio que se tiene que pagar un interés por el capital prestado . Esté gasto se carga a la máquina. Si se compra la misma máquina con capital propio no hay ninguna obligación de pagar intereses a nadie pero en este caso el propietario tiene el derecho a cobrar un interés por su capital invertido en la máquina, ya que también recibiría un

interés por su capital invertido en la máquina, ya que también recibiría un interés, si hubiera invertido su capital de otra forma. El monto correspondiente se carga igual que en el caso de la depreciación.

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

$$I = \frac{C + VR}{2} i \quad (8)$$

donde:

I = Interés anual (\$/año).

C = Costo de la máquina (\$).

i = Tasa de interés bancario.

VR = Valor residual.(promedio) (\$).

1.4.1.4. ALMACENAJE.

Entre los agricultores existe una marcada variación en el uso de almacenamiento para guardar la maquinaria agrícola. En lugares donde el clima es seco, rara vez se provee almacenamiento. En las zonas más húmedas y frías, casi todo el equipo se guarda en algún tipo de cobertizo.

Los expertos están de acuerdo que si la máquina no se almacena, se deteriora más rápidamente y se necesitarán más reparaciones, en general los costos de propiedad serán mayores.

Por esta razón se cargan gastos por almacenaje aunque se provea o no. Los costos típicos anuales por almacenamiento, incluyendo un taller de servicio o reparación, tendrán un término medio de uno o dos por ciento del valor remanente de la máquina(Bowers,1977).

1.4.1.5. SEGURO.

Generalmente se toman pólizas de seguro para las máquinas más caras mientras el riesgo se da por sentado en las máquinas más simples y baratas. El costo anual de seguro o riesgo se supone que es 0.25 a 0.50 por ciento del valor remanente de la máquina(Bowers,1977).

1.4.2. COSTOS DE OPERACION

Son aquellos que varían en proporción a la cantidad de uso de la máquina

1.4.2.1 COMBUSTIBLE.

Para poder calcular los costos de combustible, se debe conocer el consumo promedio de combustible de la maquina. Aunque es posible calcular los requisitos de combustible para niveles específicos de arrastre o carga, en realidad no es valioso para propósitos de cálculo de costos.

Debido a que los tractores generalmente funcionan a un promedio de 55 por ciento de su potencia máxima en base a todo el año, se han determinado los multiplicadores para calcular los requisitos de combustible. Estos multiplicadores se encuentran en la columna central del cuadro número 1.

Naturalmente, algunos tractores serán más eficientes que otros y estas cifras promedio no darán una respuesta perfecta para cada caso. Sin embargo, la variación de cualquier tractor del promedio usado hará poca diferencia en los cálculos de los costos.

Para calcular los costos de combustible se multiplica el consumo promedio de combustible del tractor por el costo del combustible por litro. (Bowers, 1983).

CUADRO N° 1. CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLE Y PESOS DE COMBUSTIBLE PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE MOTORES DE TRACTOR

MOTOR (TIPO COMBUSTIBLE)	CONSUMO PROMEDIO COMBUSTIBLE (LITROS POR HORA POR KW MAXIMO TDF)	TÍPICOS KILOGRAMOS POR LITRO
GASOLINA	0,345	0,73
DIESEL	0,243	0,82
GAS LICUADO	0,406	0,50-0,53

Fuente (Bowers, 1983).

1.4.2.2. LUBRICANTES.

Los tractores modernos y las máquinas autopropulsadas usan una amplia variedad de lubricantes; aceite de motor, grasa, aceite de transmisión y fluido hidráulico. Según los expertos indican que los costos de los lubricantes son aproximadamente el 15 por ciento del costo de combustible. (Bowers, 1977).

1.4.2.3. MANO DE OBRA DEL OPERADOR.

Se consideró un salario de N \$ 5.00 la hora en promedio para cualquier tipo de labor realizada con el tractor según informes en la zona de Cuautitlán Edo. Méx. en el año de 1995.

1.4.2.4. MANTENIMIENTO Y REPARACIONES.

Los costos de reparación son los gastos en las partes y en la mano de obra para:

-La instalación de las refacciones después de la falla de una parte.

-El reacondicionamiento de las partes renovables como resultado del desgaste.

El costo anual anticipado de las reparaciones de cualquier máquina es bastante incierto. Las partes de los arados, barras de corte, etc., se desgastarán con el uso y necesitarán remplazo periódico, y en diferentes intervalos para otras condiciones.

Se espera que los costos de las reparaciones varíen de una parte del país a otra debido a las diferencias en suelos, clima y cultivos.

Una tasa expresada como un porcentaje del precio de lista de una máquina, dividido por la cantidad de uso, es un predictor efectivo de los costos de reparación y mantenimiento. La tabla N° 7 fue recopilada en 1982 por R. A. Kepner (Universidad de California, Davis) para dar estimaciones a nivel nacional de los costos promedios de R. y M. Estos porcentajes son constantes en el transcurso de la vida de la máquina. La columna de la vida total de desgaste se basa en la vida de diseño de las máquinas, según las da a conocer la A S A E (Hunt, 1983).

**CUADRO N° 2. COSTO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO, PORCENTAJE
DEL PRECIO DE COMPRA**

MAQUINARIA	PROMEDIO % P/100 hr	TOTAL DURANTE LA VIDA DE DESGASTE (%)
RASTRA DE DISCOS	6.5	168
ARADO DE DISCOS	4.5	113
SEBRADORA DE GRANO FINO	8.0	96
SEGADPORA	12.0	240
TRACTOR TIPO DE RUEDAS	1.2	120

Fuente (Hunt, 1983).

1.4.2.5. COSTOS TOTALES DE USO DE LA MAQUINARIA.

El costo total por hectárea de cada labor se determina utilizando la siguiente formula:

$$\text{Costo total} = \frac{CF}{TH} + CV \times \frac{1}{CCE} \quad (9)$$

donde:

C F = Costos fijos anuales. (\$/año)

T H = Total de hectáreas trabajadas. (ha/año)

C V = Costos variables. (\$/hr.)

C E C = Capacidad efectiva de campo. (ha/hr.)

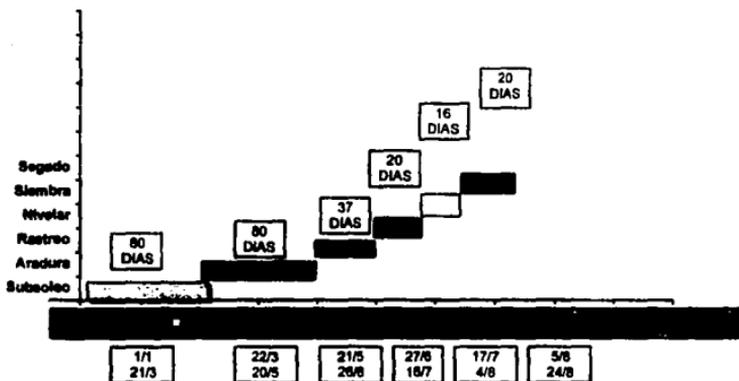
2. METODOLOGIA PROPUESTA.

Los puntos propuestos para la determinación de las máquinas por labor son las siguientes:

2.1. Definición de las operaciones a mecanizar.

Se establecerá en forma cronológica cada una de las operaciones y el tiempo oportuno para su realización. Esto se resume en la gráfica número 1.

GRAFICA N° 1. CALENDARIO DE ACTIVIDADES



2.2. La superficie a mecanizar así como las labores agrícolas a realizar en el establecimiento en el cultivo de alfalfa se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 3. OPERACIONES Y NORMAS AGROTECNICAS RESPECTIVAS

OPERACIÓN	NORMA TECNICA	SUPERFICIE (ha)
SUBSOLEO	60 CM. PROF.	200
ARADURA	30 CM. PROF.	200
RASTRA (2)	TERRON 1" O	200
NIVELACION (2)	PENDIENTE DE 2-5 %	200
SIEMBRA	CHORRILLO 50 KG X ha	200
FERTILIZACION	60-120-00	200
SEGADO	MECANICO	200

2.3. Determinación de capacidad de trabajo de las máquinas

2.3.1. Capacidad teórica; se obtiene al aplicar la formula número 1 para todas las operaciones.

2.3.2. Eficiencia de campo; se encuentra en el cuadro número 5 para todas las operaciones

2.3.3. Capacidad efectiva de campo; se obtiene al aplicar la formula número 2 para todas las operaciones.

2.3.4. Promedio de horas de trabajo; se encuentra en el cuadro número 6 para todas las operaciones.

2.3.5. Capacidad diaria; se obtiene al aplicar la formula número 3 para todas las operaciones.

2.3.6. Días de trabajo disponibles; se obtiene al aplicar la formula número 4 para todas las operaciones.

2.3.7. Area cubierta por temporada por máquina; se obtiene al aplicar la formula número 5 para todas las operaciones.

2.3.8. Número de máquinas necesarias; se obtiene al aplicar la formula número 6 para todas las máquinas.

2.4. Determinación de costos.

2.4.1. Costos fijos.

2.4.1.1. Depreciación; se obtiene al aplicar la formula número 7 para todas las máquinas.

2.4.1.2. Intereses; se obtienen al aplicar la formula número 8 para todas las máquinas.

2.4.1.3. Almacenaje; el valor de este concepto equivale al 2 % del valor remanente de la máquina.

2.4.1.4. Seguro; el costo anual de este concepto es del 0.50 % del valor remanente de la máquina.

2.4.1.5. Impuestos; no se cargan impuestos debido a que en México el sector agropecuario esta exento de estos.

2.4.2. Costos variables.

2.4.2.1. Costo de combustible; multiplicando la potencia del tractor en la toma de fuerza, por el multiplicador que se encuentra en el cuadro número 1, se obtiene el número de litros de combustible por hora y estos a la vez se multiplican por el precio por litro de combustible y así obtenemos el costo por hora.

2.4.2.2. Costo de lubricantes; Es el 15 % del costo del combustible.

2.4.2.3. Mano de obra del operador; se consideró en 5 pesos la hora de acuerdo a una encuesta de la zona en estudio.

2.4.2.4. Reparación y mantenimiento; se obtiene multiplicando el precio de la máquina por los porcentajes que aparecen en el cuadro número 2.

2.5. Costos totales por hectárea; se obtienen aplicando la fórmula número 9 para todas las operaciones.

3. SIMULACION DE RESULTADOS.

3.1. Selección de las máquinas para cada actividad. Esto se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 4. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR.

MAQUINA	ESPECIFICACION	ANCHO CONSTRUCTIVO (m)	PRECIO DIC-94 N\$
TRACTOR	77 HP		74,750.00
SUBSOLEADOR	ARADO DE UN CUERPO	0.08	3,500.00
ARADO	3 DISCOS	0.75	8,050.00
RASTRA	20 DISCOS	.28	6,670.00
NIVELADORA	NEW HOLLAND	3.10	4,950.00
SEMBRADORA	SEMBRADORA FERTILIZADORA	3.15	32,000.00
SEGADO	JOHN DEERE	1.80	13,800.00

3.2. Otros puntos importantes para estimar la capacidad de trabajo de las máquinas. Ellos son: velocidad, ancho de operación y eficiencia de campo. Estos se resumen en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 5. INFORMACION BASICA PARA ESTIMAR EL AREA CUBIERTA
POR MAQUINA**

LABOR	VELOCIDAD (Km/hr)	ANCHO DE OPERACION m	EFICIENCIA DE CAMPO %
SUBSOLEO	3	0.90	80
ARADURA	4	0.72	80
RASTRA	6	2.17	70
NIVELACION	8	3.0	80
SIEMBRA Y FERTILIZACION	6	3.05	60
SEGADO	7	1.65	80

3.3. Para ilustrar los tiempos perdidos por días festivos, domingos, etc. así como el número de horas que se pierden al día debido a los traslados en el campo, averías, descansos del operador, etc. se presenta el siguiente cuadro:

CUADRO N° 6. DIAS NETOS Y HORARIO EFECTIVO DE TRABAJO.

LABOR	DIAS TOTALES DE TRABAJO	RAZON DE DIAS DISPONIBLE S (%)	DIAS NETOS DE TRABAJO	HORARIO DE JORNADA (hr)	RAZON DE TRABAJO DIARIO (%)	HORAS NETAS DE TRABAJO DIARIO
SUBSOLEO	90	75	60	8	75	6
ARADURA	80	75	60	8	75	6
RASTRA	37	75	28	8	75	6
NIVELACION	20	75	15	8	75	6
SIEMBRA Y FERTILIZACION	16	75	12	8	75	6
SEGADO	20	75	15	8	75	6

3.4. Capacidades de campo.

Para cada una de las operaciones agrícolas se presentan los resultados simulados de las capacidades de campo y se puede observar en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 7. CAPACIDAD DE CAMPO DE LAS MAQUINAS EN ESTUDIO

LABOR	CAPACIDAD TEORICA (ha/hr)	CAPACIDAD EFECTIVA DE CAMPO (ha/hr)	CAPACIDAD DE CAMPO DIARIA (ha/día)	PROMEDIO DE DÍAS DISPONIBLES	ÁREA CUBIERTA POR TEMPORADA POR MAQUINA (ha)	NUMERO DE MAQUINAS NECESARIAS
SUBSOLEO	0.27	0.21	1.26	60	75.6	3
ARADURA	0.29	0.23	1.36	60	82.8	3
RASTRA	1.30	0.91	5.46	28	76.4	3
NIVELACION	2.4	1.92	11.52	15	66.4	3
SIEMBRA Y FERTILIZACION	1.87	1.09	6.54	12	76.5	3
SEGADO	1.15	0.92	5.52	15	82.8	3

3.5. Costos de las maquinas en estudio.

3.5.1. Costos fijos; en el siguiente cuadro aparecen los costos por concepto de depreciación, intereses, almacenaje y seguro de cada una de las máquinas en estudio.

CUADRO N° 8. COSTOS FIJOS DE LAS MAQUINAS (\$/AÑO).

MAQUINA	DEPRECIACION	INTERÉS	ALMACENAJE	SEGURO	TOTALES
TRACTOR	6,727.5	12,333.5	822.2	205.5	20,088.7
SUBSOLEADOR	315.0	577.5	38.5	9.6	940.6
ARADO	724.5	1,328.0	88.5	22.1	2,163.1
RASTRA	600.3	1,100.5	73.3	18.3	1,792.4
NIVELADORA	445.5	816.7	54.4	13.6	1,330.2
SEMBRADORA	2,860.0	5,280.0	352.0	88.0	8,600.0
SEGADORA	1,242.0	2,277.0	751.8	37.9	3,708.7

3.5.2. Costos variables; el trabajo del operador, el combustible, los lubricantes, la reparación y el mantenimiento, se asocian directamente en la cantidad de uso de la máquina como se puede observar en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 9. COSTOS VARIABLES DE LAS MAQUINAS EN ESTUDIO (\$/h).

MAQUINAS	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	SUELDO DEL OPERADOR	REPARACION Y MANTENIMIENTO	TOTALES
TRACTOR	12.74	1.91	5.00	8.97	28.62
SUBSOLEADOR		.20		1.50	1.70
ARADO		.20		3.62	3.82
RASTRA		.20		4.33	4.53
NIVELADORA		.20		2.22	2.42
SEMBRADORA		.20		25.6	25.8
SEGADORA		.20		16.6	16.8

3.6. Costos totales por hectárea.

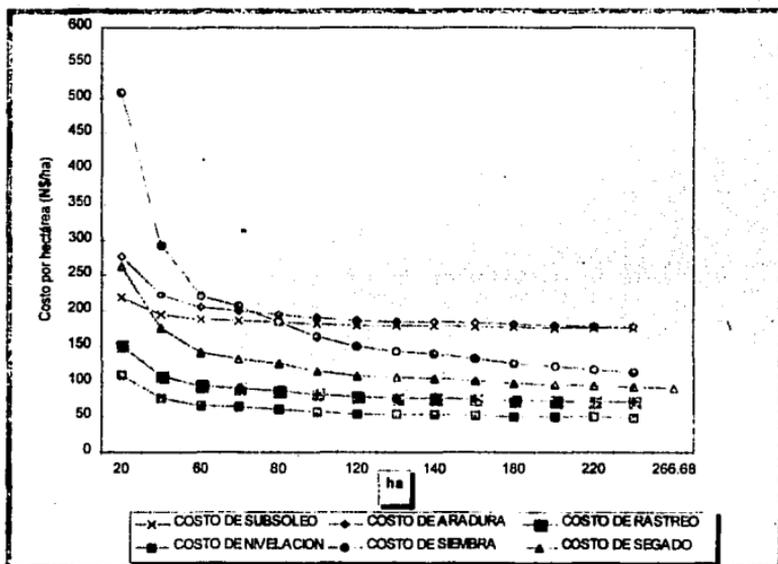
En base a los cálculos realizados en terrenos con diferente superficie para cada labor, se tiene una variación en los costos por hectárea como se aprecia en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 10. COSTO POR HECTAREA, PRIMER AÑO (N\$ / ha).

SUPERFICIE ANUAL (ha)	COSTO DE SUBSOLEO	COSTO DE ARADURA	COSTO DE RASTREO	COSTO DE NIVELACION	COSTO DE SIEMBRA	COSTO DE SEGADO
20	218.79	276.57	161.97	110.06	507.30	262.18
40	195.27	222.49	108.63	76.80	292.30	176.02
60	187.43	204.47	93.69	65.72	220.63	141.49
*86.67	185.69	200.86	90.70	63.50	208.29	132.37
80	183.51	195.45	86.22	60.17	184.80	124.87
100	180.90	190.05	81.74	57.45	163.30	115.08
120	179.59	186.44	78.75	54.63	150.32	108.61
*133.34	178.67	184.64	77.26	53.52	141.79	105.55
140	178.47	183.87	76.62	53.05	139.80	104.01
160	177.63	181.93	75.02	51.86	131.92	100.59
180	176.98	180.43	73.77	50.94	125.07	97.91
200	176.46	179.23	72.78	50.45	120.92	95.78
220	176.03	178.25	71.96	49.82	116.94	94.04
240	175.67	177.43	71.28	49.09	113.62	92.59
*266.68						90.65

* Hectáreas por máquina.

GRAFICA N° 2. COSTO POR HECTAREA, PRIMER AÑO (N\$ / ha).



4. CONCLUSIONES.

- En primer lugar se determino el tipo de maquinaria necesaria para cubrir los objetivos marcados en este proyecto, y se concluyo que lo más viable seria contar con la maquinaria que fuera disponible en la zona de estudio, se determino un tractor de 77 H.P. al volante del motor, el tipo de implementos y el ancho de trabajo constructivo se eligieron de acuerdoa la potencia del tractor, y los implementos que el fabricante ha construido para ellos.
- En cuanto a los días de trabajo, es importante calcular el total de días disponibles para realizar cada una de las operaciones, no todos son laborables ya que pueden surgir algunos días festivos, domingos, costumbres religiosas, etc. por tal motivo los días efectivos de trabajo son menores que los programados, la diferencia entre ambos es la razón de días disponibles, que en este caso es de un 75 por ciento del total calendarizado.

En el caso de la jornada diaria tampoco es posible que sea únicamente de trabajo efectivo, debido a que el operador requiere de descansos, además de que la maquinaria requiere de algunos servicios, como llenado de combustible, la reparación de alguna avería, el traslado de la maquinaria desde el lugar donde se guarda hasta el terreno de trabajo y viceversa son tiempos no laborables. El porcentaje de perdidas de horas laborales es de un 75 por ciento del total de la jornada.

- En la capacidad de campo existe una gran diferencia entre las distintas operaciones. En el caso del subsoleo y la aradura la capacidad de campo es muy baja, debido a que estas actividades requieren de una mayor penetración del implemento en el terreno de trabajo, lo que ocasiona una velocidad de trabajo lenta, a la vez que el ancho de trabajo de los implementos utilizados en estas

labores es reducido, por estos motivos se concluye que la capacidad de campo efectiva es baja. El rastreo, la siembra y el segado tienen una capacidad de campo más elevada debido a que se pueden realizar a una mayor velocidad de trabajo, así mismo el ancho de trabajo de los implementos para estas labores cubren un área mas amplia, además de que estas labores se realizan superficialmente. Por ultimo la nivelación tiene la mejor capacidad de campo, debido principalmente a la velocidad con que se puede realizar y el mayor ancho de trabajo. Así tenemos que a mayor velocidad de avance y ancho de trabajo se espera una mayor capacidad de campo, aún cuando la eficiencia de campo sea baja

En base a estas capacidades de campo, y a los días disponibles para realizar las labores agrotécnicas del cultivo de la alfalfa, se concluye que para cumplir con el calendario programado, es necesario utilizar tres máquinas para cada labor.

Dentro de los costos fijos de este estudio, se observa que el interés tiene el mayor peso económico, esto se debe al elevado porcentaje que cobran las instituciones crediticias por el préstamo de dinero. En conclusión, si estos costos se incrementan, los costos totales también se incrementarían.

El tractor es la máquina que presenta el costo fijo más elevado, debido a que tiene el precio de compra más alto, de la misma manera la sembradora es el implemento con el costo fijo mas alto, afectado también por el costo de compra.

- Los costos totales por hectárea de subsiembra y aradura presentan un comportamiento similar, conforme aumenta el número de hectáreas se observa una disminución en el costo, sin embargo éstas representan las labores más caras.

Por la similitud en el trabajo, capacidad, precio de los implementos y nivel de uso anual, el rastreo, la nivelación y el segado presenta prácticamente el mismo comportamiento, con pocas hectáreas trabajadas los costos son altos, pero al aumentar el área de labor los costos se reducen.

Por otro lado la siembra es la actividad con el mayor costo total.

En conclusión a mayor superficie trabajada el costo por hectárea se reduce.

5 BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Del Pozo, Ibañez Manuel. 1983 La Alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Ed., Mundi-Prensa, Madrid, España.**
- 2.- (DGETA) 1983. Arados de Discos. Ed., Trillas. México.**
- 3.- (DGETA).1983. Labranza Secundaria. Ed. Trillas. México.**
- 4.- Donnell, Hunt. 1983. Maquinaria Agrícola: Rendimiento Económico, Costos, Operaciones, potencia y selección de equipo. Ed., Limusa, México.**
- 5.- Bowers, Wendell. 1977. Manejo de Maquinas. Ed. Deere & Company, Moline, Illinois.**
- 6.- Buckingham, Frank, 1977. Cultivo. Ed. Deere & Company, Moline, Illinois.**
- 7. - Grimaldí, Achille. 1969 Agronomía. Editorial Aedos. Barcelona. España.**
- 8. - Robles, Sánchez Raúl. 1978. Producción de granos y forrajes. Ed., Limusa. México.**
- 9. - Soto, Molina Saúl. 1983. Introducción al Estudio de la Maquinaria Agrícola. Ed., Trillas .México.**