

Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

División de Ingeniería



Evaluación de la potencia necesaria en campo para las labores de los
sistemas de producción agrícola en Saltillo.

Por:

Nadia Escamilla Laguna

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Agrícola

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Evaluación de potencia necesaria en campo para las labores de los
sistemas de producción agrícola de Saltillo.

Por:

Nadia Escamilla Laguna

Tesis

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobado

Presidente del Jurado

Ing. B. Elizabeth De La Peña Casas

Sinodal

Sinodal

Dr. Martín Cadena Zapata

M.C. Tomas Gaytán Muñiz.

Coordinación de la División de Ingeniería

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Marzo del 2004

AGRADECIMIENTOS

A ti mi **Dios**, por la oportunidad de vida que me has dado, por el amor y la paciencia que me has tenido y sobre todo por la familia que tengo. “GRACIAS”

A mi **ALMA TERRA MATER**, por la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

Al **Ing. B. Elizabeth De La Peña Casas** por su tiempo y dedicación para la realización de esta investigación.

Al **Dr. Martín Cadena Zapata** por la confianza y el tiempo para la elaboración de este trabajo, por siempre darnos mejores alternativas de superación profesional, por esto y por mas MUCHAS GRACIOS Dr. Martín.

Al **M.C. Tomas Gaytán Muñiz** por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al **Ing. Uriel Serna Fernández** por ser una persona siempre dispuesta ayudarme y por ser mi apoyo durante mi estancia en esta Universidad. Muchísimas “GRACIAS” Ing.

Al **Dr. Eduardo Narro Farias** por los consejos y las platicas constructivas que tubo con mi hermana y con migo. Por su amistad y por su incondicional apoyo gracias.

A los maestros del departamento de maquinaria agrícola, **Ing. Jorge Flores B., Dr. Aguinaldo García S., Ing, Juan A. Guerrero, Ing. Juan Arredondo, M.C. Jesús Valenzuela. Ing. Rosendo González, Ing. Ramiro Luna**, por los conocimientos que me impartieron.

A toda la generación 99-03 de Maquinaria: **Víctor H. Zetina. Miguel A. Ramírez, J Alfredo, Edyy B, Lupita, Ivan de J, Juan J. Vázquez., R. M. Daniel, Ángel M., Miguel A. Marquez, Ines Antonio, River. Hernández, Rigoberto Vázquez, Kennedy, Miguel A. Chan, Octavio, Carlos A., Juan C. Gomez, Humberto, Orlando, José M. Gallegos, Héctor Espejel, Héctor R. Anacleto, F. Javier Meza, Francisco J. Rodríguez, Jorge Ruíz.**

A **Javier Cepeda †** por su amistad y sobre todo por el gran ser humano que demostró ser durante el corto pero aprovechado tiempo que convivimos juntos.

A **Gabriel, Edgar, Sergio, Luis Miguel, Salvador, Fabián, Fidel, Eduardo, Nelson, Arturo N., Silicer, Efrén, Guillermo Larios**, y todos los compañeros de la generación 00-04 de maquinaria, por su ayuda y amistad “Gracias”.

A **Don Mario y a Don Efraín** por su ayuda y facilidades que me ofrecieron en la realizar de las prácticas de campo. A la secretaria **Juanita** y a la señora **Lidia**.

Al **Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT)**, por el otorgamiento de la beca para la realización de esta tesis.

Al **Ing. Antonio Reynolds Chávez**, por su colaboración en la revisión y en las sugerencias realizadas en la presente tesis.

A el equipo de Fútbol femenino, en especial al entrenador **Ramón Macias**, por su amistad y sentido del humor que lo caracteriza. “Gracias” Don.

A **Rosalía García, Gabriela García, Edith, Olga Lilia, Paola, Amalia, Dulce, Rosa Isela, Sagrario, Marce**, por su amistad y compañía, y sobre todo por las alegrías compartidas en los días de “reunión”.

A la familia **Campa Hernández**, por el apoyo y por su confianza.

A **R.P.H.** por ser un apoyo incondicional y por ser quien es.

DEDICATORIA

A mis **padres:**

Sra. Camila Laguna Pérez

Sr. Jaime Escamilla Cortés

Por su amor, confianza, sacrificios, paciencia y sobre todo por ser unos grandiosos padres, a los cuales les debo y agradezco infinitamente ser como son y darme a los hermanos que tengo.

A mis **hermanos:**

Jaime A, Ivan, Silviano

Lucero y Marina Escamilla Laguna.

Por su cariño y sobre todo por ser como son conmigo.

A mi abuelo **Silviano Escamilla †** y a mi hermana **Dulce Maria Escamilla †**, por su compañía incondicional. Gracias por estar siempre mi corazón.

A mis abuelo **Romualdo** y mis a mis abuelitas **Eufrasia, y Clemencia**, por sus consejos y enseñanzas y sobre todo por cuidar a mis padres. “GRACIAS” por eso y por mucho mas.

A mis tios (a): **Valeriano, Pedro, Gaudencio, Vicente, Isabel, Dolores Irais y Julia Escamilla; Andrés, Gregorio, Pedro, Leonardo, Luciano, Aurelia y Seferina Laguna;** y por su puesto a **Alejandra Martínez y a Felipa Jiménez.** Gracias a todos por sus consejos y atenciones.

A todos **mis primos y primas.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

Resumen	xli
I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. El tractor como fuente de potencia.....	2
1.1.2. Características oficiales del funcionamiento del tractor.....	3
1.1.3. Efecto de las diferencias que presentan los suelos, el cultivo y el clima sobre la determinación de potencia.....	4
1.2. Objetivo general.....	6
1.2.1. Objetivos específicos.....	6
1.3. Hipótesis.....	6
II. Revisión de literatura	7
2.1. Criterios sobre el rendimiento del tractor.....	7
2.2. Métodos de rendición de potencia en laboratorio	8
2.3. Pruebas del motor.....	9
2.3.1. Dinamómetro de absorción-freno prony.....	10
2.3.2. Dinamómetro de absorción-hidráulico.....	10
2.3.3. Dinamómetro de absorción-freno de aire.....	12
2.3.4. Dinamómetro de absorción-corriente parásita.....	12
2.3.5. Dinamómetro eléctrico de corriente directa.....	12
2.3.6. Dinamómetros de taller.....	13
2.4. Pruebas de tractores.....	15
2.5. Condiciones generales.....	16
2.6. Ensayos de potencia.....	16
2.6.1. Donde y como se mide la potencia.....	18
2.6.1.1. Potencia en el motor	18
2.6.1.1.1. Norma SAE.....	18
2.6.1.1.2. Norma DIN.....	19
2.6.1.2. Potencia en la Toma de Potencia	19
2.6.1.3. Potencia en la Barra de Tiro	20
2.7. Unidades de potencia.....	20
2.7.1. Régimen nominal del motor.....	21
2.7.2. Régimen normalizado de la toma de fuerza.....	21
2.7.3. Ensayo de dos horas a la potencia máxima.....	21
2.7.4. Ensayo de potencia máxima al régimen nominal del motor....	22

2.7.5.	Ensayo de potencia máxima al régimen normalizado de la TDF.....	22
2.8.	Relación entre mantenimiento y Potencia	22
2.9.	Evaluación de la entrega de potencia en Argentina	22
2.9.1.	Determinación de las curvas características de potencia.....	24
2.9.1.1.	Valores que se obtienen de las curvas de potencia...	25
2.10.	Requerimientos de potencia de las maquinas de campo	25
2.11.	Interpretación e información de las pruebas.....	26
2.12.	Métodos de determinación de potencia en campo	27
2.12.1.	Potencia en la flecha de salida	27
2.12.2.	Estimación de la potencia.....	28
2.12.2.1.	Vacío en el múltiple de admisión.....	28
2.12.2.2.	Temperatura de los gases del escape	28
2.12.2.3.	Consumo de combustible	29
2.12.3.	Medición de la fuerza de tiro.....	29
2.12.4.	Requerimientos de potencia de implementos, midiendo el consumo de combustible	33
2.12.5.	Datos de demanda de potencia de algunos implementos	34
III.	Materiales y métodos	36
3.1.	Determinación de los sitios de evaluación en el DDR de Saltillo.	36
3.2.	Determinación de la potencia en laboratorio	36
3.2.1.	Preparación Tractor-Dinamómetro.....	37
3.2.2.	Medición de la potencia y torque.....	38
3.2.3.	Medición del consumo de combustible.....	39
3.2.4.	Relación entre consumo de combustible y potencia.....	40
3.3.	Medición de parámetros en campo para el calculo de la potencia....	40
3.3.1.	Contenido de humedad del suelo.....	40
3.3.2.	Densidad aparente del suelo.....	41
3.3.3.	Determinación del patinaje.....	42
3.3.4.	Ancho de trabajo.....	43
3.3.5.	Profundidad de trabajo.....	43
3.3.6.	Velocidad de trabajo.....	43
3.3.7.	Tiempo de viraje.....	44
3.3.8.	Tiempo total de trabajo.....	45
3.3.9.	Consumo de combustible en el campo.....	45
3.3.10.	Consumo de combustible total.....	45
3.3.11.	Capacidad Teórica de campo.....	46
3.3.12.	Capacidad efectiva de campo.....	46
3.3.13.	Eficiencia de campo.....	47
3.3.14.	Calculo de la potencia en campo.....	48
3.3.15.	Potencia perdida por patinaje	48
3.3.16.	Potencia perdida por la Resistencia al Rodamiento.....	48

3.3.17.	Coeficiente de Resistencia al rodamiento.....	49
3.3.18.	Porcentaje de Resistencia al rodamiento	49
3.3.19.	Potencia neta para la labor	49
3.4.	Diseño experimenta.....	50
IV.	Resultados y discusión.....	51
4.1.	Determinación de tipos de suelo en áreas agrícolas del DDR Saltillo.....	51
4.1.1.	Sitios de evaluación.....	51
4.2.	Resultado de las mediciones de Potencia en laboratorio.....	52
4.2.1.	Relación entre consumo de combustible y entrega de potencia a la toma de fuerza	52
4.3.	Resultado de las mediciones en campo antes de las labores	53
4.3.1.	Contenido de humedad en el suelo.....	54
4.3.2.	Densidad aparente del suelo.....	54
4.4.	Resultados de campo medidos durante la labor	55
4.4.1.	Profundidad tractor	55
4.4.2.	Ancho de trabajo.....	56
4.4.3.	Patinaje del tractor	57
4.4.4.	Velocidad de trabajo.....	58
4.4.5.	Consumo de Combustible	59
4.4.6.	Capacidad Teórica de campo	59
4.4.7.	Consumo de combustible por área	60
4.4.8.	Calculo de la Potencia en Campo para cada labor	61
4.4.9.	Construcción de una Base de Datos para el Calculo de la Potencia en diferentes Suelos para diferentes labores	62
V.	Conclusiones y Recomendaciones	62
VI.	Literatura Citada.....	63
VII	Anexos	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pagina.
Tabla 1	35
Tabla 2	35
Tabla 3	51
Tabla 4	52
Tabla 5	54
Tabla 6	55
Tabla 7	56
Tabla 8	57
Tabla 9	57
Tabla 10	58
Tabla 11	59
Tabla 12	60
Tabla 13	60
Tabla 14	61
Tabla 15	61

INDICE DE FIGURAS

	Pagina.
Figura 1.	10
Figura 2.	11
Figura 3.	13
Figura 4	14
Figura 5	18
Figura 6	19
Figura 7	19
Figura 8	20
Figura 9	24
Figura 10	30
Figura 11	42
Figura 12	44
Figura 13	53

RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta un agricultor a la hora de comprar un tractor, es seleccionar el tamaño adecuado de acuerdo a la potencia que va a requerir para realizar sus tareas de laboreo de suelo.

El adquirir un tractor con una potencia mayor de la requerida puede causar un alto consumo de combustible, lo que aumenta los costos de operación; por otra parte un tractor con potencia menor que la necesaria puede limitar la capacidad en el campo, causar problemas de patinaje excesivo y ocasionar un desperfecto al tractor debido a sobrecargas continuas.

Para seleccionar adecuadamente el tamaño de la fuente de potencia, es necesario determinar los requerimientos de las principales labores (aradura, rastreo y siembra), es por esto, que en el presente trabajo se presenta la evaluación de los requerimientos de fuerza y potencia de estas labores en cinco tipos de suelos, en el Distrito de Desarrollo Rural Saltillo, relacionando el patinaje, el ancho de trabajo, la velocidad, el tiempo de viraje, la profundidad, el tiempo de trabajo y el consumo de combustible, además de la humedad y la densidad aparente del suelo. Lo anterior con el fin de proponer la elaboración de una base de datos local que pueda ser utilizada como herramienta para estimar la demanda de potencia de las labores en condiciones locales

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de conocer la potencia de los tractores es que hay que tener en cuenta que esté es la máquina básica en la agricultura actual. Por ello, es importante que el agricultor conozca bien sus características a la hora de comprarlo para poder adaptarlo a su explotación. De esta forma reducirá los costos de producción, contribuirá al ahorro energético y disminuirá la emisión de elementos contaminantes nocivos para el medio ambiente (Arnal, 2001).

Desde los inicios de la utilización de los tractores agrícolas se vio la necesidad de medir la potencia en las mismas condiciones para poder compararlas y así elegir el más adecuado a cada explotación. Las primeras normas de ensayo para los tractores se dictan en Estados Unidos en 1919 en el estado de Nebraska, desde entonces se han elaborado muchas normas de ensayo, algunas de ámbito nacional y otras internacionales, algunas de ellas que afectan no solo a los tractores sino a todo tipo de motores. Así tenemos las normas ISO, SAE, ASAE, DIN, ECE, OCDE, CEE, BS, CUNA, UNE, NF, etc.

Arnal (2001), comenta que a la hora de anunciar la potencia del tractor, no existe uniformidad de criterio en la elección de la norma de ensayo, utilizando los distintos fabricantes una de ellas, generalmente entre las cinco primeras de las citadas anteriormente, con lo que al agricultor se le crea un verdadero problema para evaluar la idoneidad del tractor para su explotación. Además, en la mayoría de los casos no se indica el número de la norma. Así, si un fabricante dice que el motor de su tractor tiene 100 CV según SAE y no indica el número de norma, puede estar hablando de potencia bruta, o de potencia neta, pues en ambos casos existe una norma SAE para la medición. Lo mismo podríamos decir de la norma ISO, que tiene norma para los tres tipos de potencia: bruta, neta y útil.

1.1 . Antecedentes

1.1.1. El tractor como fuente de potencia

Los seres humanos a diferencia de las unidades productoras de potencia son muy ineficientes, estando limitado su rendimiento energético a menos de 0.1 kW y llegando en trabajo de corta duración a 0.3 kW, variando la fuerza desde 60 N a una velocidad de 1.1 m s^{-1} cuando utiliza una manivela hasta 600 N a 0.15 m s^{-1} cuando opera los pedales de una noria de paletas. Es sabido que la fuerza que puede hacer un hombre equivale a la décima parte de su propio peso. En cuanto a la energía suministrada por los animales, se puede decir que el 85% de la energía aplicada en la agricultura en los países en desarrollo tienen origen animal, entre los animales de tiro, son los caballos los que desarrollan un mayor esfuerzo de tracción con relación a su peso (15 %), por consecuencia, el hombre como los animales proveen un valor casi nulo como fuentes primarias de potencia. Al aumentar la población mundial esto fue insostenible, lo que llevó al hombre a la mecanización de las tareas agrícolas (Agro, Manual, S/F).

A la palabra tractor se le han atribuido varios orígenes (Farm implement news, 1953), pero de acuerdo al diccionario de Oxford se utilizó por primera vez en 1856 en Inglaterra como sinónimo de "motor de tracción" **TRACtion moTOR**. El termino tractor aparece hacia 1890 en una patente norteamericana para un motor de tracción de vapor montado sobre orugas. El rápido aumento en número y versatilidad de los tractores ha venido acompañado de un descenso en el número de caballos y mulas en las granjas norteamericanas (Márquez, 1999).

El tractor puede considerarse, cuando trabaja en el campo, como un medio esencial para la producción agrícola. Sin embargo, este "tractor agrícola" para el fabricante que lo diseña y construye es el producto final vendible de su cadena de producción (Márquez, 1999).

Para (Márquez, 1999), estas dos formas de ver el tractor agrícola, conceptualmente diferentes, han condicionado los procedimientos de control establecidos administrativamente. Cuando han prevalecido los criterios “industriales” se ha establecido su control de la misma manera que se hace en productos similares; cuando han prevalecido los criterios “agrícolas” las cosas han sido diferentes.

Estas dos maneras de ver el tractor se han reflejado en lo que actualmente es la homologación de “tipo” (ensayos efectuados con el mismo código en distintos países).

1.1.2. Características oficiales del funcionamiento del tractor.

La consideración del tractor como medio de producción agrícola hizo, a principios de los años 60's, que organizaciones como la OCDE (Organización de cooperación para el Desarrollo Económico) crearan, dentro de la dirección de alimentación, agricultura y pesca, un grupo de representantes de países interesados para establecer unos procedimientos o códigos OCDE para los “ensayos oficiales de los tractores agrícolas”, con los que se pudieran valorar las “características de funcionamiento” de esta herramienta de producción imprescindible en la agricultura tecnificada, eliminando en lo posible las trabas técnicas al comercio internacional de tractores.

De todas las características de funcionamiento que los códigos OCDE incluyen, la medida de la potencia que el tractor puede desarrollar, pasa a considerarse como la característica esencial, y se preconiza su medida en la toma de fuerza, en aquellos momentos única y directamente unida al motor- pero también su capacidad de tracción como potencia en la barra de tiro, con la idea de que ésta podría suministrar una información más próxima a la que necesita el agricultor cuando trabaja en el campo (Márquez, 1999).

Estudiar diferentes aspectos relacionados con el desarrollo económico es lo que hizo que se creara hace más de 40 años, la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico, más conocida como OCDE en 1959, del primer código de la OCDE para el ensayo de las características de funcionamiento de los tractores agrícolas.

1.1.3. Efecto de las diferencias que presentan los suelos, el cultivo y el clima sobre la determinación de potencia.

La complejidad del medio en el que se desenvuelve el tractor agrícola hace difícil dar una norma sencilla para su evaluación. Las diferencias que aparecen en los suelos, en los cultivos y en los climas en los que habitualmente se trabaja, junto con la polivalencia que se pretende en el tractor desde el momento de su concepción, hacen difícil una evaluación sencilla válida para un gran número de usuarios(Márquez, 1999).

Si el tractor se va a utilizar básicamente para arrastrar aperos de trabajo del suelo, una evaluación lógica sería la que se deriva de un ensayo de tracción, que pusiera de manifiesto la potencia máxima que dispone en la barra de tiro, a la vez que la velocidad a la que se consigue.

Esta potencia de tracción será una consecuencia de la potencia del motor, pero también de las características de las transmisiones, de los neumáticos utilizados y sobre todo, de la masa del tractor en condiciones de trabajo.

El punto conflictivo está en establecer el tipo de suelo que habrá que utilizar para realizar esta determinación, ya que su influencia es definitiva. Incluso realizando los ensayos en pista de hormigón, las diferencias aparecen en función de la rugosidad de la capa de rodadura conseguida (Márquez, 1999).

En los trabajos iniciales que sirvieron para establecer el primer código de la OCDE para el ensayo de las características de funcionamiento de los tractores agrícolas, se tuvieron en cuenta las experiencias que ya se habían realizado en diferentes países.

Se puede decir que los ensayos “oficiales” comienzan con la aprobación, por la legislatura del estado de Nebraska, en 1919, un "proyecto de ley que disponga normas para ensayos oficiales con tractores de motor de gas, gasolina, keroseno, destilados u otros combustibles líquidos en el estado de Nebraska, y obligue al mantenimiento de la adecuada estación de servicio para el mismo".

Poco a poco se fue estableciendo un procedimiento de ensayo, basado principalmente en la medida de la potencia de tracción, que fué publicado por la SAE, en 1937, como “Original Agricultural Wheel-Type Code” , que ha llegado hasta nuestros días, después de sucesivas revisiones, como norma ASAE S209 (SAE L708 C).

La necesidad de repetir pruebas similares del mismo modelo de tractor en diferentes países llevó a considerar la conveniencia de elaborar un código común, trabajo que se realiza en el ámbito de la OCDE. Como resultado de estos trabajos, en 1961, el Consejo de la OCDE da validez al que se denominó “código de Normas de la OCDE para los ensayos de tractores agrícolas”.

Cerca de 2 000 modelos de tractores han sido ensayados y aprobados oficialmente desde la puesta en vigor de los procedimientos de la OCDE, en 1959, con la aplicación de estos códigos. La demanda ha sido variable en función de la evolución del mercado de la maquinaria agrícola en los diferentes periodos, ya que los fabricantes han utilizado este tipo de ensayos para apoyar en el mercado sus productos más prestigiosos (Márquez, 1999).

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que existen pruebas normalizadas y comparables para obtener la potencia máxima que entregan los tractores (en laboratorio), sin embargo, para recomendaciones específicas sobre que potencia de tractor es la adecuada para las labores en una zona agrícola determinada, es necesario considerar el ambiente en que se realizan dichas labores (tipo de suelo, msnm, clima, relieve del terreno, etc.). Es por esto que se propone este trabajo, para conocer la demanda de potencia del arado, rastra y sembradora en cinco tipos de suelo, en donde se conoce la textura, densidad y humedad del área de trabajo antes de las labores, para así poder tener un marco de referencia mayor, con la ayuda de estos parámetros.

1.2. Objetivo general

Determinar la demanda de potencia bajo condiciones de campo de las principales labores (aradura, rastreo y siembra) en cinco tipos de suelo representativos de la zona agrícola del Distrito de Desarrollo de Saltillo.

2.1.1. Objetivos específicos.

- Determinar la potencia real que demandan las labores en los sistemas de producción del área de Saltillo.
- Generar información de campo, que pueda ser utilizada para una selección adecuada de configuración tractor-implemento que satisfaga la necesidad del agricultor.

1.3. Hipótesis.

La recomendación de la mejor configuración tractor-implemento solo puede hacerse construyendo una base de datos a partir de pruebas y evaluación de la entrega de potencia de un tractor en entornos específicos en que se desempeña (altitud, textura y humedad del suelo, profundidad de trabajo, patinaje, ancho y velocidad de trabajo).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Criterios sobre el rendimiento del tractor

El rendimiento de los tractores agrícolas puede ser expresado de muchas maneras. El criterio que mejor describe el rendimiento depende en gran parte del uso que se le dará al tractor.

Para el agricultor que utiliza extensamente el tractor en máquinas que requieren un impulso de toma de fuerza, el criterio de mayor interés es la máxima potencia de toma de fuerza que puede ser desarrollada.

El problema de medir la potencia en unidades surgió por primera vez en Inglaterra con el desarrollo de la máquina de vapor. En la última parte del siglo XVIII, James Watt quiso determinar la capacidad de sus máquinas de vapor en términos de caballos de competencia. Realizó una serie de pruebas con caballos y concluyó que un caballo de fuerza del sistema inglés equivale a 745.7 W, y un Kilowatt (kW) equivale a 1.341 hp. (Hunt, 1991)

Antes de 1959 los máximos valores de potencia corregidos fueron determinados haciendo corrección a la máxima potencia observada de banda (o toma de fuerza) y de barra de tiro en condiciones estándar. La potencia corregida de barra de tiro fue entonces multiplicada por 0.75 y la potencia de banda por 0.85 para llegar a una clasificación de potencia de barra de tiro y de banda.

Se suponía que un tractor podía mantener continuamente su potencia de clasificación y, por lo tanto, la clasificación de potencia era una base de comparación realista. Sin embargo el concepto de una “potencia clasificada”

fue más significativo para los ingenieros que para los usuarios y vendedores de tractores. Comenzando en 1959, el Código de pruebas de tractores de ASAE y SAE y aun las pruebas de tractores Nebraska fueron cambiadas, de modo que corrigieron y clasificaron valores de hp que ya no fueron calculados. (Liljedahl, 1991).

2.2 Métodos de medición de potencia en Laboratorio

De acuerdo con Liljedahl 1991, la potencia se define en ocasiones como energía en movimiento y, como tal, es invisible. Para determinar y entender la capacidad de potencia de un motor de un tractor es necesario: conocer ciertos términos que deben ser definidos y claramente comprendidos, así como también los aparatos especiales y las pruebas comunes que se usan para medir la potencia; de entre las cuales se pueden mencionar:

Potencia: potencia es un porcentaje de trabajo efectuado. La unidad de potencia es el newton metro por segundo (watt).

Potencia observada: la potencia obtenida en el dinamómetro sin ninguna corrección para temperatura atmosférica, presión o presión de vapor.

Potencia corregida: se obtiene corrigiendo la presión observada a condiciones estándar de presión al nivel del mar (1.013×10^5 Pa), a una temperatura de 15.5 °C y presión de vapor de cero.

Kilowatt: unidad de potencia igual a 1000 Nm de trabajo por segundo).

Kilowatt-hora: un Kilowatt trabajado una hora. Esto es 3.6×10^6 joules de trabajo.

Potencia-toma de fuerza: la potencia enviada por un tractor a través de su flecha de toma de fuerza.

Potencia de barra de tiro: la potencia de un tractor medida al final de la barra de tiro.

Potencia de fricción: la potencia requerida para hacer funcionar el motor a cualquier velocidad sin la producción de trabajo útil. Es usualmente medida con un dinamómetro eléctrico, el cual hace funcionar el motor. Esta representa las pérdidas de fricción y bombeo de un motor.

Dinamómetro: instrumento que se utiliza para determinar la potencia, usualmente por la independiente medición de la fuerza, los dinamómetros pueden ser clasificados como de freno, de barra de tiro o de torsión, de acuerdo a la forma en la cual en trabajo está siendo aplicado. También se pueden clasificar como de absorción o transmisión dependiendo de la disposición de la energía.

La capacidad de potencia de un motor está en función de la presión promedio en la cabeza del émbolo y la velocidad del motor. A la presión promedio que actúa durante la carrera de impulso del motor se le llama presión efectiva medida. La *potencia indicada* (PI) es la potencia teórica que un motor debe desarrollar a partir de la presión efectiva medida que existe en la cabeza del émbolo. La *potencia de freno* (PF) son los caballos de fuerza del motor medidos en el volante. La diferencia numérica entre la PI y la PF es la potencia absorbida por el motor para vencer la fricción para moverse (PF). (Hunt, 1991).

2.3 Pruebas del motor.

La mayoría de las pruebas del motor se realizan con un dinamómetro de fricción; esto es, el dinamómetro tiene en sí mismo la habilidad de cargar el motor (Hunt, 1991).

Todo freno consta de dos componentes principales llamados Rotor y Estator. El primero está conectado al cigüeñal del motor, bien de manera directa, como sucede en los ensayos DIN, SAE etc., o indirecta, como ocurre

con el ensayo OCDE donde el motor se frena a través de la toma de fuerza del tractor. El par resistente del freno llega al motor por medio de la transmisión que existe entre este y la propia toma de fuerza.

2.3.1 Dinamómetro de absorción-freno prony.

Un dinamómetro de absorción es aquél que mide la potencia aplicada y al mismo tiempo la convierte en alguna otra forma de energía, usualmente calor. Un freno prony es la forma más elemental de dinamómetro de absorción y esta esquematizado en la Figura 1. Una clara concepción del principio de operación del freno de prony es esencial para comprender casi todos los dinamómetros.

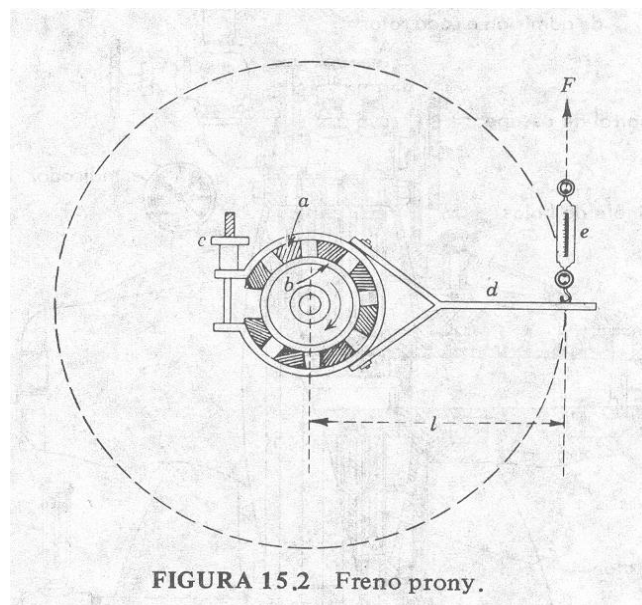


Figura 1. Freno prony (Liljedahl,1991).

El freno de prony no es del todo confiable para determinaciones de potencia contra velocidad de un motor de combustión interna, puesto que el torque contra las curvas de velocidad del freno y el motor son aproximadamente las mismas. Por consiguiente, el control de velocidad puede ser difícil (Liljedahl,1991).

2.3.2. Dinamómetro de absorción-hidráulico

El dinamómetro hidráulico Figura 2. opera también sobre el principio de convertir trabajo en calor. El medio de trabajo, normalmente agua, es circulada dentro de la funda y a causa de la fricción sale a una temperatura más alta que la que tenía cuando entró. La funda exterior, la cual es libre de girar alrededor de la flecha, está conectada y contenida por el brazo de torque. Con la excepción de la fricción del cojinete, el torque producido es igual al del dinamómetro. La capacidad de absorción de potencia para cualquier tipo de diseño varía aproximadamente como el cubo de la velocidad de rotación y la quinta parte de potencia del diámetro.

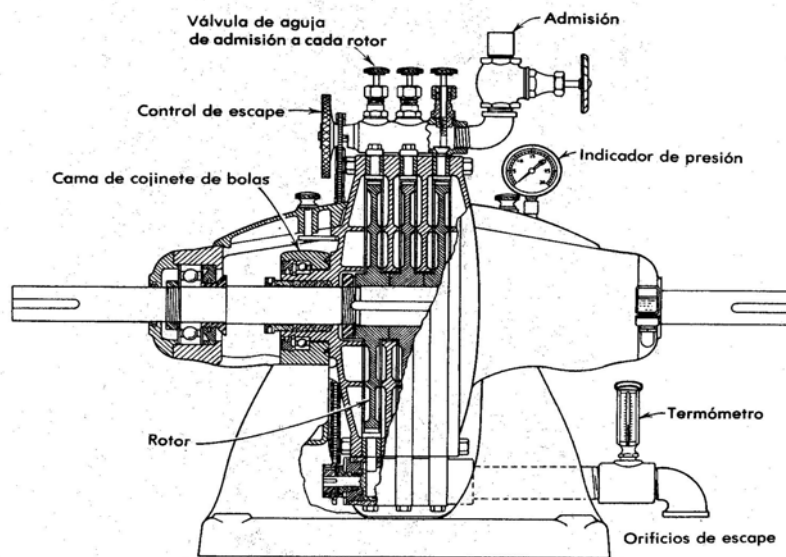


Figura 2. Dinamómetro hidráulico (Liljedahl,1991).

La exactitud del dinamómetro de freno hidráulico puede esperarse que sea de algún modo mejor que para el freno prony, de tal manera que estará entre éste y el eléctrico de tipo cuna(Liljedahl,1991).

2.3.3. Dinamómetro de absorción-freno de aire.

Los frenos de aire o de ventilador son útiles solo en motores cargados para propósitos de encontró y para pruebas arduas a velocidades relativamente altas. La potencia que es transmitida al aire por el ventilador depende del tamaño de las placas, de la distancia a la cual éstas se encuentra localizadas del centro de rotación y del cubo de las revoluciones por minuto (rpm). El error probable del freno de ventilador puede ser hasta de un 20%, puesto que el freno es afectado por la temperatura y presión del aire. Los frenos deben ser individualmente calibrados. Para obtener la potencia es necesario solamente leer las rpm del ventilador (Liljedahl,1991).

2.3.4. Dinamómetro de absorción-corriente parásita.

Un dinamómetro de corriente consiste esencialmente de un rotor operador en contacto con un estator. El rotor es una funda sólida de acero con dientes ahusados proyectándose en forma de postes. El estator está equipado con bobinas para excitación directa de campo y montado en cojinetes permitiendo así su rotación.

A causa de que la unidad de corriente parásita es un dinamómetro de absorción, se hace circular un refrigerante para expulsa el calor generado en la máquina. El ajuste del torque es llevado a cabo controlando la excitación de campo, siendo está solamente una fracción del total de potencia de entrada a la máquina (Liljedahl,1991).

2.3.5. Dinamómetro eléctrico de corriente directa.

El dinamómetro de corriente directa de montaje tipo caballaje Figura 3, es un generador excitado en derivación con una independencia excitación de campo. La armadura de campo es libre de girar y, puesto que cualquier esfuerzo para girar la armadura causa en el campo un intento de giro, el torque resultante causará una fuerza que será registrada en las escalas. La exactitud

es independiente de la eficiencia eléctrica de la máquina. Es posible una exactitud dentro del 0.25%. Este tipo de dinamómetro eléctrico puede ser usualmente dispuesto para operar como un motor (Liljedahl, 1991).

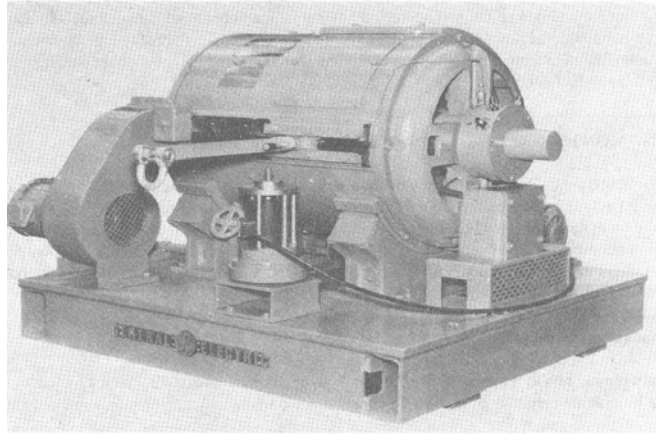


Figura 3. Dinamómetro eléctrico de corriente CA (Liljedahl, 1991).

2.3.6. Dinamómetros de taller.

En ocasiones es aconsejable medir la potencia de toma de fuerza de un tractor en el campo o en el taller de reparación de un distribuidor de implementos. Considerando que los dinamómetros tales como el hidráulico ó el eléctrico de corriente directa, son muy costosos y difíciles de utilizar excepto en laboratorios, se han desarrollado varios aparatos portátiles y poco costosos clasificados generalmente como de tipo taller o dinamómetros agrícolas; un ejemplo se muestra en la Figura 4. Este tipo de dinamómetros se utiliza primordialmente como un indicador de las condiciones del motor. También es utilizado en el proceso de ajuste o afinación de un motor e indica a los clientes el mejoramiento de un motor de tractor como resultado de un ajuste general, mantenimiento o afinación.

El principio de operación de los dinamómetros de taller es generalmente similar al de un dinamómetro hidráulico o un dinamómetro de freno de prony. Puesto que los dinamómetros de tipo taller no son construidos con la presión de un dinamómetro de laboratorio ni reciben el cuidado que se brinda a éstos,

no puede esperarse que tengan la exactitud obtenida con dinamómetros utilizados en el laboratorio de ingeniería. Los dinamómetros para taller emplean generalmente el indicador de presión para medir la fuerza en el brazo de resistencia de torque. La velocidad de Toma de Fuerza (TDF) es generalmente medida por un indicador de velocidad de lectura directa. En algunos casos la potencia es leída directamente de un indicador de presión con una corrección para la velocidad de toma de fuerza (Liljedahl, 1991).



Figura 4. Dinamómetro de tipo taller o agrícola (UAAAN).

Las pruebas de motor del tractor sólo ocasionalmente son usadas directamente por los administradores de maquinaria, puesto que la potencia utilizable de un tractor proviene de la TDF, de las ruedas motrices, del alternador y de la bomba hidráulica. La potencia nominal de la TDF de los tractores ha llegado a ser el patrón de comparación del rendimiento, ya que evita las variables relacionadas con el esfuerzo de tracción entre las ruedas y la superficie del terreno (Hunt, 1991).

2.4. Pruebas de tractores.

El rendimiento de la potencia de los tractores es uno de los renglones más importantes de información que necesita un buen administrador de potencia y maquinaria agrícola. El tractor es indudablemente la máquina más usada en el campo y una de las más costosas; por consiguiente, el administrador de maquinaria se interesa mucho en obtener buenos datos del rendimiento de los tractores (Hunt, 1991).

La necesidad de contar con datos confiables del rendimiento surgió cuando se comenzaron a fabricar los primeros tractores. En 1919, W. F. Crozier, agricultor y legislador (que había adquirido y usado tractores y cuyas experiencias y observaciones lo convencieron de que las condiciones podían mejorarse con la promulgación de leyes adecuadas), introdujo la legislación de pruebas de tractores en la *Nebraska House of Representatives* (Cámara de Representantes de Nebraska). El proyecto de ley se aprobó y se convirtió en ley el 15 de Julio de 1919 (ha permanecido vigente desde entonces) y el trabajo de pruebas fue asignado al departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad del estado donde se mantiene desde entonces. El primer tractor sometido fue retirado después de las primeras pruebas preliminares y la primera y completa prueba oficial se concluyó en Abril de 1920 sesenta y cinco pruebas se llevaron acabo en 1920. La ley se promulgó para fomentar la fabricación y la venta de tractores mejorados y para contribuir a un uso más exitoso del tractor en la agricultura (Liljedahl, 1991).

En resumen, las estipulaciones de la ley, según apareció en el boletín 397 de la Universidad de Nebraska (Enero de 1950) son:

- Que un tractor existente de cada modelo vendido en el estado deberá ser probado y aprobado por un consejo de tres ingenieros y la dirección de la Universidad del Estado.
- Que cada compañía, distribuidor o individuo que ofrezca un tractor en venta en el estado de Nebraska deberá tener un permiso emitido por la

State Railway Comission (Comisión de Ferrocarriles del Estado). El permiso de cualquier modelo de tractor será otorgado después de que un tractor común de ese modelo haya sido probado en la universidad y el rendimiento del tractor haya sido comparado con las afirmaciones hechas a los clientes.

- Que una estación de servicio con un surtido completo de partes de repuestos para cada modelo de tractor deberá mantenerse dentro de los confines del estado y dentro de una distancia adecuada de embarque a los clientes.

2.5. Condiciones generales.

Cuando se habla de tractores resulta inevitable referirse a la potencia de su motor y en algunas ocasiones parece que es lo único importante. Es injusto, pero es así. El tractor:

- Se fabrica pensando en un todo (Potencia/PesoTransmisiones/Ruedas).
- Se legisla por su potencia.
- Se ensaya la potencia.
- Se divulga su potencia.
- Se vende por la potencia.

2.6. Ensayos de potencia:

El ensayo de la potencia se hace en un laboratorio de ensayo, donde existen aparatos de medida específicos, los “frenos dinamométricos” que somete al motor a un par resistente, previamente establecido, y que puede modificarse a voluntad hasta la máxima capacidad que admite el freno. Todos los frenos tienen unas limitaciones de par, potencia y velocidad. Se denominan también frenos de absorción porque transforman la energía mecánica del motor en energía calorífica, en el propio freno, la cual ha de ser disipada mediante refrigeración, a fin de preservar contra las altas temperaturas los componentes del freno que intervienen en el proceso. La potencia depende de la posición del

acelerador (alimentación del combustible), la velocidad a la que vaya el motor, las condiciones en la que se ensaye y el lugar del ensayo.

Cuando se habla del acelerador y la velocidad es muy evidente, pero así como en un coche son dos conceptos que van juntos (acelerador más pisado quiere decir simultáneamente más velocidad del motor y más combustible alimentado al motor), en los tractores las cosas cambian. Apretar el acelerador (con el pie o con la mano) significa también más revoluciones del motor, pero lo del combustible es otra cosa. Los motores de los tractores agrícolas llevan un dispositivo llamado “regulador” que hace el trabajo de conseguir de no siempre llevar el acelerador mas pisado, sea equivalente a agregar más cantidad de combustible al motor.

En cuanto al lugar de ensayo, los tractores dan menos potencia a medida que sea mayor la altitud de la estación de ensayo. No cabe duda de que se facilita la agilidad del mercado e incluso el costo final del producto si se aceptan ensayos efectuados con el mismo código en distintos países (Homologación), pero cada país está donde está y los ensayos efectuados a nivel del mar serán más beneficiosos para la medida de la potencia. ¿Qué solución hay a esto? Hasta ahora, establecer unas condiciones de referencia que se calculan con unas fórmulas correctoras de la potencia medida, pero que son objeto de profunda controversia, porque los motores han evolucionado mucho y no termina de encontrarse una fórmula a gusto de todos.

Las primeras normas de uso agrícola tuvieron esta misión. En 1927 los técnicos de la Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos (ASAE) establecieron las normas constructivas y de funcionamiento de la toma de fuerza con la que se dotaban los tractores que entonces se construían. Un sistema tan simple como era un eje capaz de suministrar potencia a la máquina accionada, dejaba de ser operativo si no se establecía un convenio que fijara el sentido de giro y las dimensiones del acoplamiento. A esta normativa siguieron otras, como el dimensionamiento del enganche en tres puntos para tractores,

definido en 1939, que junto con el de la toma de fuerza pronto tuvieron una aceptación mundial (Infoagro).

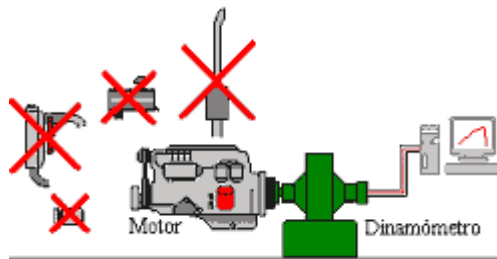
2.6.1 Donde y como se mide la potencia:

- Motor
- Toma de Potencia
- Barra de Tiro
- Sistema Hidráulico

2.6.1.1. Potencia en el Motor.

2.6.1.1.1. Norma SAE.

La Sociedad Americana de Ingenieros, mide la potencia en el cigüeñal (volante) prescindiendo de los componentes auxiliares capaces de consumir esfuerzo, como generador eléctrico, filtro de aire, silenciador del tubo de escape, bomba de agua y ventilador. El enfriamiento del motor para su funcionamiento esta provisto de forma externa.



Para operar normalmente un motor en un vehículo o máquina necesita de todos los componentes, lo cual la potencia útil estará reducida en un 15% aproximadamente de la realmente declarada según la norma SAE (Figura 5).

Figura 5. Potencia en el cigüeñal con la Norma SAE.

Ejemplo: 100 hp SAE estarán disponibles 85 hp útiles.

2.6.1.1.2. Norma DIN.

La medición a través de las normas DIN, prueba los motores con todos los accesorios de manera igual que funcionará en el vehículo o máquina (Figura 6).

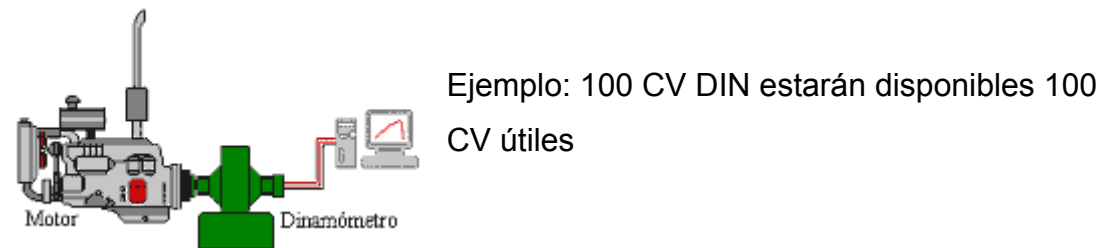


Figura 6. Potencia en el cigüeñal con la Norma DIN.

2.6.1.2. Potencia en la Toma de Potencia.

Es la manera correcta de indicar la potencia de los tractores. Es el actuador que más alto valor de potencia puede entregar al usuario. La norma oficial que rige para este ensayo es la IRAM 8005. La potencia que el tractor puede transmitir en la Toma de Potencia es aproximadamente el 96% de la potencia del motor.

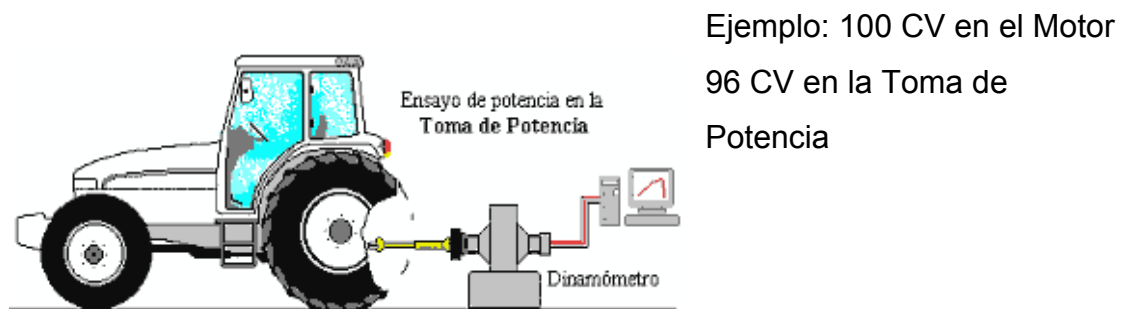


Figura 7. Potencia en la Toma de Potencia de acuerdo a la Norma IRAM 8005.

2.6.1.3. Potencia en la Barra de Tiro.

Mide la capacidad de tracción (fuerza) según la velocidad de avance del tractor (Figura 8). Si la determinación se realiza sobre suelo agrícola, la misma depende del tipo y condición del suelo, por lo tanto el ensayo no es repetible ni comparable. El resultado es orientativo. Si la determinación se efectúa sobre una pista de hormigón (ensayos normalizados), los resultados pueden compararse, pero los valores no responden a una situación agrícola externa.

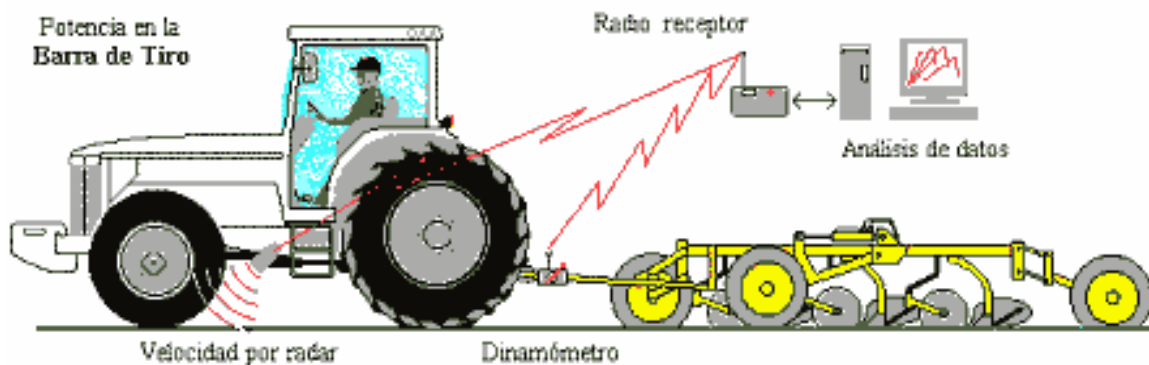


Figura 8. Potencia en la barra de tiro.

2.7. Unidades de potencia.

La potencia puede expresarse

- Caballo Vapor (Cv). Unidad adoptada originalmente por Francia y extendida a Italia y Alemania
- Horse Power (hp). Unidad adoptada por Inglaterra y extendida a EUA.
- Kilowatt (kW). Desde 1960 impuesto por el SI (Sistema Internacional de Unidades)

Comercialmente la potencia de los tractores se indica en Cv. En camiones y automóviles es común la utilización del hp, legalmente la misma debe expresarse en kW (Agroconnection).

Hasta el año de 1981, la única velocidad normalizada para la TDF era de 540 rpm pero con la aparición de tractores de gran potencia y con motores de elevada velocidad de giro, esta velocidad resultaba demasiado lenta para transmitir la potencia requerida, dado que el par resultaba excesivo y las pérdidas eran grandes, por ello, en ese año se adoptó una segunda velocidad normalizada, la de 1000 rpm (Liljedahl, 1991).

2.7.1. Régimen nominal del motor.

Es la velocidad de rotación del motor especificada por el fabricante para el funcionamiento continuo del mismo a plena carga

2.7.2. Régimen normalizado de la toma de fuerza.

La velocidad de rotación de la toma de fuerza está normalizada en 540 rpm (eje de 6 acanaladuras) y en 1000 rpm (eje de 21 acanaladuras). Los tractores pueden disponer de una o de las dos velocidades de rotación. Cada fabricante decide a que régimen de motor se alcanza el régimen normalizado de la toma de fuerza, y esta relación se indica en las tablas en la columna que sigue a la del régimen nominal del motor.

2.7.3. Ensayo de dos horas a la potencia máxima.

Se mide la potencia máxima haciendo funcionar el tractor a plena carga durante un periodo de dos horas después de un tiempo de calentamiento suficiente para estabilizar las condiciones de funcionamiento. Durante las dos horas deben hacerse no menos de seis lecturas a intervalos regulares de tiempo. Se puede considerar como la potencia máxima que puede proporcionar el motor, medida en la toma de fuerza.

2.7.4. Ensayo de potencia máxima al régimen nominal del motor.

Igual que en el caso anterior, pero limitando la velocidad de rotación del motor a la indicada por el fabricante como régimen nominal. También se denomina potencia nominal del tractor.

2.7.5. Ensayo de potencia máxima al régimen normalizado de la TDF.

Igual que las anteriores, pero limitando la velocidad de rotación del motor a aquella en que la toma de fuerza gira al régimen normalizado, bien 540 rpm, o bien 1000 rpm. También se denomina potencia en la Toma de Fuerza (TDF), y, en nuestro país, potencia de inscripción, ya que con ella se inscriben los tractores en los registros de maquinaria (Arnal, 2001).

2.8. Relación entre mantenimiento y potencia.

Un adecuado mantenimiento del tractor permite optimizar la potencia del mismo. Datos del programa PROTRAC del INTA, que en dos oportunidades se presentó en Balcarce, han demostrado que se puede lograr mejorar más de un 15 % la potencia máxima entregada por el motor de un tractor luego de realizarle un correcto mantenimiento (cambio de filtros primario y secundario de combustible, limpieza de filtro de aire y registro de válvulas). Esto indica que con el mismo combustible se puede lograr obtener mayor potencia y por ende, generar ahorro (e-campo, S/F).

2.9 Evaluación de la entrega de potencia en Argentina.

La norma 8005 de IRAM y la norma 189 ISO permiten en la Argentina ensayos a potencia máxima, de 2 horas en forma continua; ensayos a carga variable, o sea que con máximo acelerador se le exige al tractor responder con

distinto nivel de carga y ensayos a carga variable a régimen normalizado (540 o 1000 rpm) de la toma de potencia, para constatar el aprovechamiento de la potencia de un tractor.

Se usa el tractor con distintos puntos del acelerador no solo a régimen máximo, como fija la norma internacional, sino de acuerdo con la tendencia en el mundo que considera que cuando no se le exige la plena potencia al motor, puede bajar el régimen de funcionamiento y ahorrar combustible.

Los parámetros evaluados por el equipo técnico fueron los tractores en su potencia entregada, la fuerza que puede realizar el motor, el consumo horario expresado en litros por hora (l h^{-1}), consumo específico, que es lo que da el rendimiento del gasoil porque relaciona la potencia con el consumo, es decir, cuántos gramos de gasoil se consumen por cada unidad de potencia que está generando el motor.

En cuanto a los resultados, el informe completo abarca 3 tractores (Deutz, John Deere y Massey Ferguson) con 3 tipos de combustible. Se detectó, en algunos casos, un leve incremento de la potencia del motor mediante el empleo del gasoil agropecuario; las variaciones especificadas no se mantuvieron en todos los tractores por razones ambientales; no se detectaron diferencias relevantes en el consumo horario ni específico en ninguno de los tractores ensayados; las diferencias detectadas en potencia para motor y consumo son de baja magnitud y difícilmente puedan ser apreciadas en condiciones normales de trabajo a campo donde hay variables que influyen en forma mucho más importante.

Se empleó un freno dinamométrico estacionario marca TAYLOR "Hi-Efe". Se relevaron los datos correspondientes a 14 curvas de par motor, originadas en diferentes posiciones de la cremallera de control de inyección de la bomba. Para la toma de datos, con el motor en marcha y a la temperatura de régimen, se colocó el acelerador en una rpm dada, y al accionarse sobre los grifos de

entrada del agua al freno dinamométrico, se fue logrando distintas cargas. En cada valor de carga se midió: la velocidad del rotor del freno, temperatura ambiente, presión atmosférica, densidad del combustible empleado; y el tiempo en el cual el motor consumió el combustible almacenado en un balón de doble aforo.

Con los datos obtenidos en el laboratorio de máquinas térmicas se construyeron las curvas respectivas.

2.9.1. Determinación de las curvas características de potencia.

Para determinar la curva característica de potencia utilizamos los valores del par motor (Nm) y régimen en (rpm) de cada punto de las curvas características del par cuando el acelerador se encuentra en su máximo recorrido y en la posición intermedia (Figura 9).

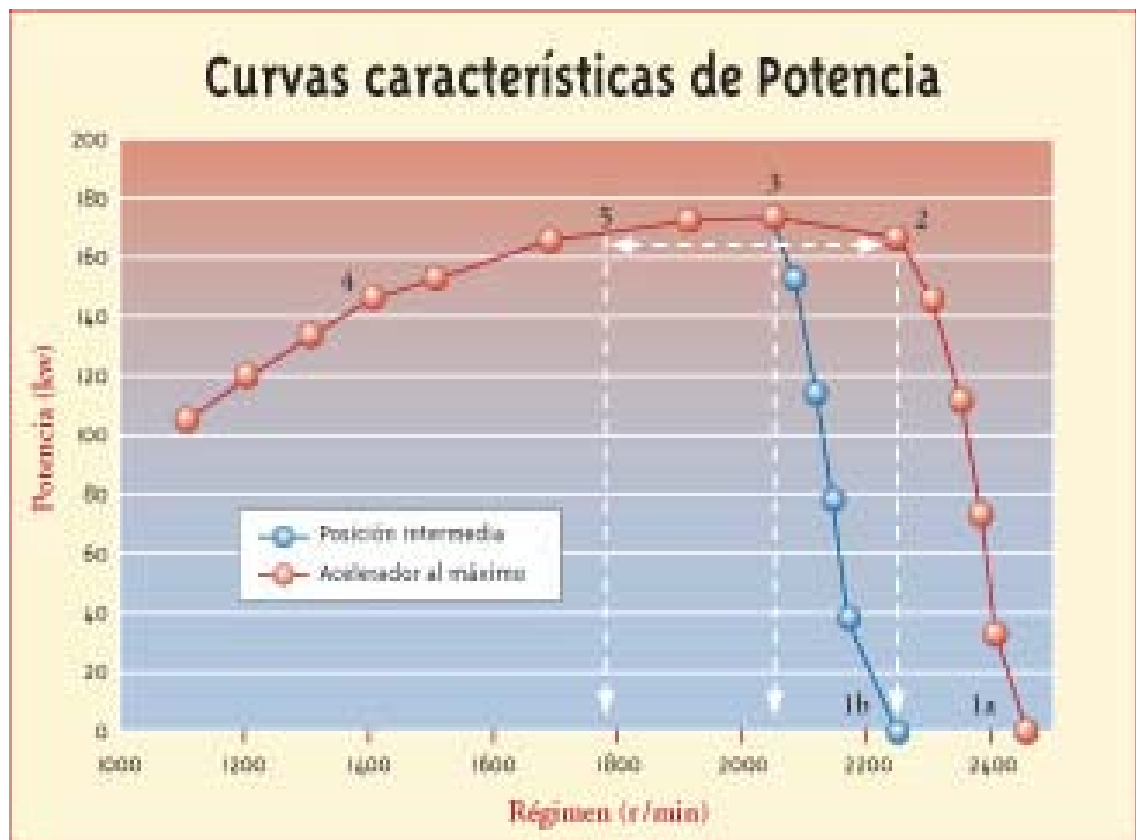


Figura 9. Curva característica de Potencia

2.9.1.1. Valores que se obtienen de las curvas características de potencia.

- Potencia nominal: Es la potencia máxima a la velocidad nominal y se representada en el punto 2 (167,5 kW a 2200 rpm).
- Potencia máxima: Es la mayor de las obtenidas en el ensayo al freno, correspondiente al punto 3 (174,8 kW a 2050 rpm).
- Potencia a la velocidad normalizada de la toma de fuerza: Es el valor máximo obtenido cuando la toma de fuerza gira a la velocidad normalizada, en este caso 1000 rpm, verificado a un punto 3 (9. 174,7 kW a 2033 rpm).
- Par motor máximo: Es el mayor de los obtenidos en el ensayo al freno, del punto 4 (150 kW a 1400 rpm).
- Intervalo de potencia máxima: Es la diferencia entre la velocidad nominal y la que corresponde a la misma potencia en dicha curva característica. En otras palabras, el intervalo de velocidad donde la potencia tiende a mantenerse constante, que se observa en los puntos 2 y 5 (2250 rpm a 470 rpm y 1780 kW respectivamente).

2.10. Requerimientos de potencia de las maquinas de campo.

Los requerimientos de potencia de las máquinas de campo constan de requerimientos funcionales y de requerimientos de la resistencia al rodamiento. Los requerimientos funcionales son aquellos que se relacionan directamente con el procesamiento de los suelos, las semillas, las sustancias químicas o los cultivos. Generalmente, la resistencia al rodamiento (RR) es un requerimiento de potencia parásito indeseable que surge de la necesidad de mover máquinas pesadas sobre superficies de campo sueltos. Los implementos de labranza solo presentan resistencia funcional cuando su peso es llevado en sus instalaciones y es necesario para la penetración del instrumento.

2.11. Interpretación e Información de las pruebas.

Es necesaria cierta interpretación de las pruebas Nebraska para tractores al usarlas en el manejo de maquinaria agrícola. Los datos del rendimiento de la TDF se pueden usar directamente como indicadores de la potencia útil máxima del tractor (aproximadamente el 90 % de la potencia del motor). Se esperan variaciones en estos valores cuando se operan con temperaturas y presiones de aire diferentes a las de la prueba. Las combinaciones del clima de baja presión y temperatura elevada o de presión elevada y temperatura baja podrían producir hasta un 8% de disminución o de incremento en la potencia, respectivamente. La disminución de la presión del aire con la altitud puede producir pérdidas de potencia de aproximadamente 3%/300 m [1000 pies] de altitud. Las pérdidas son aún mayores para altitudes superiores a una milla (1609 m).

La información de las pruebas de Nebraska, en los Estados Unidos de Norte América, y en las pruebas de la OCDE en Europa, proporcionan datos amplios sobre características y funcionamiento de tractores agrícolas. La información proporcionada por las pruebas de la OCDE, en Europa aunque organizadas en forma diferente, es básicamente la misma. Por convención, en los E. E. U. U. la potencia máxima de un tractor es medida en el volante del motor. Esta diferencia en convenciones suele conducir a confusión respecto a la capacidad real de algún tractor. En general, la potencia en la barra de tiro es menor que la potencia en la toma de fuerza, y esta última, a su vez, es menor que la potencia en el volante del motor (Murillo, 1985).

Muchos países tienen una estación de pruebas de tractores, generalmente manejada por el gobierno federal. Los estándares mundiales sobre pruebas de tractor deben aún establecerse pero las condiciones internacionales están siendo preparadas por la Organización Internacional de Normas.

Según (Mandy, 1981), las discusiones internacionales para normalizar procedimientos de prueba de tractores ocurrieron a partir de 1953 en el ámbito de la Organización Europea para la Cooperación Económica, en la actual OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico).

En México se cuenta con una gran diversidad de máquinas y equipo agrícola. No existe, sin embargo, ninguna norma oficial que verifique el grado de calidad y capacidad de desempeño de dicha maquinaria. Además, el parque de maquinaria agrícola existente en el campo del país, además de ser insuficiente, registra una antigüedad promedio muy superior a su vida útil, situación que limita la productividad agropecuaria e incide en el deterioro de los suelos Agrícolas. (CENEMA)

Banrural 1983, publico que el caballaje de los tractores más usados en México oscila entre 70-80 hp.

2.12. Métodos de determinación de potencia en campo.

Desafortunadamente, la cantidad de potencia y energía necesarias para realizar las diferentes tareas agrícolas no son precisas ni constantes (Hunt, 1991).

Durante el trabajo de campo frecuentemente se requiere medir la potencia que el motor desarrolla. De acuerdo con Smith y Sims (1990), hay varias formas de determinar la potencia en campo, como las siguientes:

2.12.1. Potencia en la flecha de salida.

Un torquímetro es fijado entre la flecha de salida del motor y la flecha de entrada de la máquina. Con la máquina funcionando normalmente se toman lecturas de torque, potencia, velocidad y consumo de combustible. Cálculos de

la potencia del motor y requerimientos de consumo de combustible deben ser hechos con varias condiciones de trabajo de la máquina.

La cantidad de combustible consumido por unidad de trabajo. Cuando el consumo es medido como volumen, la masa del combustible por unidad de trabajo puede ser calculada usando la densidad correspondiente del combustible a la temperatura con la cual las mediciones son hechas.

2.12.2. Estimación de la potencia.

Si no es posible adaptar mecánicamente en la línea de transmisión un instrumento de medición, los siguientes métodos pueden ser usados para estimar el requerimiento de potencia:

2.12.2.1. Vacío en el múltiple de admisión (solo motores de gasolina).

La relación entre potencia y vacío en el múltiple de admisión debe ser obtenida por medio de pruebas normales con dinamómetro.

Primero se debe obtener la curva completa de potencia versus velocidad, el vacío en el múltiple es medido en el punto apropiado por medio de un manómetro. La prueba es repetida a una serie de posiciones del acelerador hasta que el rango de trabajo del motor es cubierto. Medidas del vacío y velocidad del motor en campo permitirán que la potencia sea estimada con referencia a las curvas de calibración.

2.12.2.2. Temperatura de los gases de escape.

Las temperaturas de los gases de escape de un motor pueden ser estimadas con relación a la potencia producida. Un termo-par (acero-constantano, o cromo-aluminio) es introducido en el múltiple de escape para la

medición de la temperatura. Las temperaturas de los gases de escape pueden ser graficados con las curvas potencia-velocidad como en el caso del múltiple del vacío en el múltiple. Una familia de curvas es producida con diferentes posiciones del acelerador o del gobernador. Una aproximación de la potencia producida en el campo puede ser obtenida por medio de las lecturas de la temperatura de los gases de escape y la velocidad del motor y refiriéndose a las curvas de calibración.

2.12.2.3. Consumo de combustible.

Si el consumo de combustible es graficado en curvas de potencia-velocidad (como en el caso del vacío del múltiple y las temperaturas de los gases de escape) y la calibración es repetida con diferentes posiciones del acelerador o gobernador, la potencia producida en campo puede ser estimada por medio de las lecturas de consumo de combustible y la velocidad del motor, y referencia a la gráfica de calibración. Un medidor de flujo debe ser adaptado en la línea de combustible de tal manera que la línea de retorno de los inyectores en un motor diesel no sea incluida en la lectura del consumo de combustible.

2.12.3. Medición de la fuerza de tiro.

Para (Sims y Swith, 1990), la fuerza de arrastre utilizada por un implemento es medida con un dinamómetro instalado entre el enganche del implemento y la barra de tiro del tractor.

Para la determinación en campo de las fuerzas de tiro se necesita instalar un dinamómetro entre la parte frontal y la barra de tiro de otro tractor auxiliar, el tractor auxiliar jala al otro tractor con el implemento en posición de trabajo y en posición neutral, como se ilustra en la Figura 10.

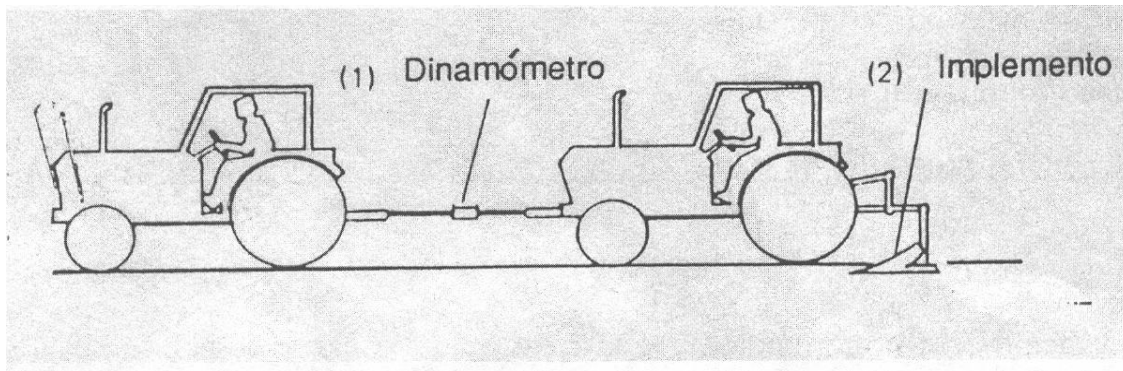


Figura 10. Fuerza de arrastre de un implemento acoplado al tractor.

En el mismo campo se levanta el implemento fuera del suelo y se toma la lectura de la fuerza de tiro. La diferencia entre ambas lecturas da la fuerza de tiro requerida por el implemento.

(Pliego, 2003), determinó la fuerza de arrastre en campo utilizando los siguientes elementos de manera descrita posteriormente:

Los elementos para el sistema de adquisición de datos son:

1. Dinamómetro.
2. Amplificador-acondicionador (DBK-16)
3. Convertidor analógico digital.
4. Computadora personal.

A) Transductor.

Este es el primer elemento de interés de acuerdo a que el propósito es convertir una cantidad física en una señal eléctrica y de su funcionamiento depende la reproducción de la señal analógica.

Se utilizó un transductor para la localización de la fuerza de tiro

B) Amplificador y Acondicionamiento de Señal.

Este elemento consiste en una tarjeta DBK-16 con una ganancia de 10X a 1250X, fabricado por IOtech, Inc. Usada para amplificar la señal del transductor y proporcionar una salida estandarizada de voltaje para así poder enviarla a un convertidor analógico – digital. Provee además el voltaje de excitación al transductor en un rango de 1-10v y 100 mA.

C) Convertidor Analógico-Digital (DAC).

Se utilizo la unidad de DaqBook 200 de IOtech, Inc. el cual es un modulo que se conecta al puerto paralelo de una computadora y que convierte los valores de voltaje en valores digitales para que puedan ser procesados por la computadora. Este modulo se compone de dos partes, la parte que procesa la información y un banco de baterías que alimenta a la anterior. Este modulo tiene la capacidad para instrumentar 16 canales analógicos con una frecuencia de muestreo hasta de 100 KHz.

D) Computadora personal.

Se utilizo una computadora personal Toshiba AMD-K6 (tm) 3D procesador, 32, 0 MB de RAM: con Windows 98.

E) Software.

Se utilizo el programa Daq View 7, 11, 08 de IOtech, Inc., programa para MS Windows, para la adquisición de datos a través del DaqBook 200 y donde posteriormente se guardan en un archivo por medio de la computadora para después ser analizados.

Los datos que se obtuvieron durante el proceso fueron analizados con los paquetes de MATLAB utilizando un programa "ANÁLISIS" que contiene la transformada rápida de Fourier para el análisis espectral de los datos.

F) Equipo adicional.

Se utilizarán cables para realizar las conexiones entre los componentes electrónicos, así como fuentes de voltaje, reguladores de voltaje para realizar las prácticas en laboratorio; también cargadores, pilas, convertidores de corriente entre otros.

Una vez concluido las evaluaciones de campo, se puede conocer la fuerza de tiro del implemento y el trabajo realizado, con lo cual, aplicando las fórmulas siguientes se puede determinar la potencia:

$$T = (FT) * (d)$$

$$P = \left(\frac{T}{t} \right)$$

Donde:

T = trabajo (Nw m)

FT = fuerza de tiro (Nw)

d = distancia (m)

P = potencia (kW)

t = tiempo (s)

1 hp = 0.7456999 kW.

2.12.4. Requerimientos de potencia de implementos, midiendo el consumo de combustible.

(Summer et. al, 1986) desarrollaron un método para estimar los requerimientos de energía del implemento, conociendo el consumo de combustible. Las medidas de salida durante la operación de campo fueron, frecuencia del motor, tiempo de trabajo, consumo de combustible y velocidad de la máquina. Los datos de la prueba del dinamómetro del TDF fueron utilizados para desarrollar ecuaciones para predecir la salida de energía del TDF conociendo el consumo de combustible de un tractor de (51 a 54 kW). Las ecuaciones fueron utilizadas para estimar requerimientos de energía equivalentes al TDF del implemento conociendo el consumo de combustible medido durante la prueba de campo. La salida de potencia fue determinada del esfuerzo de torsión del motor relacionado con el consumo de combustible neto (el total menos el combustible sin carga) por revolución.

Para determinar el consumo de combustible fue necesario un transductor de flujo de volumen Fluidyne (modelo 214-140), el cual fue instalado entre el filtro de diesel y la bomba de inyección en dos tractores de doble tracción, una cosechadora internacional (IH) modelo 884 (54 kW TDF máximo) y un Ford modelo 6610 (51 kW PTO máximo), los cuales fueron utilizados para estas pruebas.

Las pruebas del dinamómetro de cada tractor fueron probadas en un dinamómetro PTO (A&M NEB400). El motor del tractor fue conectado en el dinamómetro a la velocidad gobernada del motor para obtener torsión y frecuencia de salida del él. Cuando la temperatura del motor se estabilizo (aproximadamente de 15 a 20 minutos antes de cada prueba), una prueba de 4 minutos comienza. La frecuencia y el esfuerzo de torsión del motor fueron constantes durante la prueba, ajustando la palanca del acelerador del motor y la carga de PTO. Los datos fueron registrados desde cero cargas hasta el momento de torsiones iguales en cada uno de los 10 intervalos medidos (11

niveles para cada frecuencia probada). Las frecuencias del motor eran 1500, 1600, 1700, 1800, 2000, 2050, 2150 y 2190 rpm para el tractor IH 884 y 1300, 1600, 1800 y 1900 rpm para el tractor Ford 6610. Los datos fueron utilizados para calcular la potencia y corregirla a condiciones estándares de SAE (Berger et al. 1963).

En las pruebas de campo el consumo de combustible del motor del tractor fue determinado para varios implementos. Los implementos funcionaron 3 minutos en cada tipo de operación, con tres o cuatro repeticiones por cada tipo de implemento probado en la frecuencia constante del motor. El consumo de combustible fue determinado con la misma frecuencia del motor sin carga, tractor trabajando, tractor remolcando al implemento, en función del PTO con implemento arriba y abajo. La frecuencia del motor fue determinada del tacómetro del tractor. Las velocidades del recorrido fueron obtenidas de las curvas de calibración determinadas con los datos de tiempo y distancia de cada tractor sin carga en el césped.

2.11.5. Datos de demanda de potencia de algunos implementos.

La potencia en campo se ha medido con el fin de obtener bases de datos, en donde el comprador de maquinaria pueda hacer una estimación de la potencia que va a requerir para realizar sus tareas de campo.

Algunas Organizaciones y Universidades, han hecho pruebas en campo para estimar la potencia en algunas labores agrícolas, como es el caso de la O.E.C.D. en España y las de Nebraska, en los Estados Unidos de Norteamérica. Algunos resultados de sus investigaciones se presentan en la Tabla 1, que a continuación se muestra (Hunt, 1999).

Tabla 1. Requerimientos de potencia de maquinaria de campo a 4.8 km hr⁻¹.

IMPLEMENTOS DE LABRANZA		ENERGÍA
Arado de discos	PROFUNDIDAD	kW * h Ha ⁻¹
Suelos ligeros	18 cm	8.7 - 17.5
Suelos medios	18 cm	14.6 - 25.8
Suelos pesados	18 cm	22.1 - 46.1
Rastra de discos		
Juego simple		2.0 - 4.0
Tándem ligero		4.0 - 7.4
Tándem pesado	80-150% del peso	7.4 - 12.9
Sembradora		
En Hilera	1m espacio	1.1 - 2.4
accesorios fertilizantes		3.1 - 5.2
De grano fino		1.1 - 3.9

Buckingham 1984, muestra otros resultados en la Tabla 2, con valores de potencia determinados en campo.

Tabla 2. Rendimiento típico de la maquina (Buckingham 1984).

M A Q U I N A	Potencia Tipica o Tracción REQUERIDA	Velocidad típica km - hp
Arado cultivador de disco	81-181 kg por 0.3 m de ancho	6.5-11
Rastra de disco, simple	22-44 kg por 0.3 m de ancho	5.0 - 10.0
Rastra de disco, Tendem	44-127 kg por 0.3 m de ancho	5.0 - 10.0
R. De disco, Tendem Pesado	113-182 kg por 0.3 m de ancho	5.0 -10.0
Cultivadora	7.62-12.7 cm de prof. Con escardillos;	5.0 -13
	45-136 kg por 0.3 kg por 0.3 m de ancho	

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Determinación de los sitios de evaluación en el Distrito de Desarrollo de Saltillo.

Identificar los tipos de suelos que predominan en el Distrito de Desarrollo de Saltillo, es el primer paso de esta investigación, la cual se realizó con la ayuda de cartas edafológicas a escala de 1:50,000 del estado de Coahuila (INEGI, 1982), en el cual se ubicaron los sitios en donde se practica la agricultura de temporal y riego. Las cartas edafológicas contienen información al anverso de las características de los suelos, tales como textura, forma, tamaño, horizonte o capa, fases físicas, entre otras. Este tipo de información fue de mucha utilidad para identificar los suelos de cada sitio de interés.

Una vez identificados los sitios, se realizó una comparación textural (arena, limo y arcilla) de los suelos existentes dentro del campo experimental de la UAAAN y de los existentes en los municipios que comprenden el Distrito de interés, en los cuales se realizarán las labores.

3.2. Determinación de la potencia en laboratorio.

Para calcular la demanda de potencia en campo se utilizó la relación de consumo de combustible y potencia entregada a la Toma de Fuerza tal y como se señala en el procedimiento de (Summer et al, 1986). Para obtener esta relación es necesario medir la potencia entregada a la TDF y su respectivo consumo de combustible en taller por lo que se procede a lo siguiente:

3.2.1. Preparación Tractor-Dinamómetro.

1. Seleccionar la flecha apropiada del dinamómetro o su parte estriada.

1 ¾ -6T 540 rpm 1 ¾ - 21T 1000 rpm 1 ¾ -20T 1000 rpm

2. Colocar la palanca de cambios de la transmisión en neutral. Bloquear las ruedas traseras del tractor para mayor seguridad cuando esté en pendientes o terrenos desnivelados.
3. Sujetar la flecha del dinamómetro a la TDF del tractor. Alinear la flecha de potencia de tal manera que los ángulos de las partes universales sean rectos en lo posible y en planos paralelos.
4. Colocar el dinamómetro hasta que la flecha del mismo este a una distancia mínima, luego mover el dinamómetro hacia atrás a casi 5 cm para evitar el movimiento del dinamómetro.
5. Usar un martillo para forzar las cuñas de seguridad contra los neumáticos a fin de evitar el movimiento del dinamómetro.
6. el soporte en la parte posterior del dinamómetro debe ser debajo para mayor estabilidad
7. conectar la manguera de descarga de agua del dinamómetro y apretar la abrazadera, nunca se debe cerrar la válvula de la línea de descarga, o evitar restricciones en la línea.
8. Conectar la entrada de agua del dinamómetro a la fuente de abastecimiento de agua.
9. Para flujo continuo de agua, colocar el extremo de la manguera de la salida de agua en el área de drenaje o área apropiada para la descarga. Asegúrese que el flujo de agua no sea reducida por doblez de la manguera.
10. Abrir la fuente de abastecimiento de agua para llenar el dinamómetro. La válvula de prueba del nivel de agua debe ser usada antes de cada prueba para determinar que el nivel de agua este sobre un nivel mínimo.

No se debe aplicar carga al dinamómetro sino existe un flujo continuo de agua desde esta válvula.

Nota: El dinamómetro puede ser usado en períodos de tiempo cortos con el recipiente lleno de agua. No permitir que el agua exceda 60°C (140°F). Si esta temperatura de operación es excedida, debe proveerse de un flujo continuo de agua. Para la operación continua del dinamómetro, el agua debe ser abastecida constantemente. Si la temperatura del agua llega a ser demasiado alta, se fundirá un fusible térmico y se desconectará el freno del dinamómetro.

11. Existe una válvula opcional de apagado para asegurar que no exista presión de retorno en el circuito hidráulico.
12. Antes de empezar la prueba, tanto la válvula T de encendido y apagado y la válvula de control de carga deben abrirse. Para abrir ambas válvulas, girarlas en sentido contrario a las manecillas del reloj.

3.2.2. Medición de Potencia y Torque.

1. Poner en marcha el tractor y permitir que alcance la temperatura normal de operación.
2. Abrir (girar en contra de las manecillas del reloj) las válvulas de control de carga (A, B).
3. Si se requiere un flujo continuo de agua, abrir la válvula de entrada de agua (H) para permitir que el agua circule a través del recipiente.

Nota: El dinamómetro está protegido contra calor excesivo por un fusible térmico. Si el agua de enfriamiento excede 82°C, el fusible térmico se fundirá y el freno se desconectará automáticamente. El fusible térmico debe reemplazarse antes de que el dinamómetro pueda operarse de nuevo.

4. Conectar la TDF del tractor.
5. Cuando el motor del tractor esté a una temperatura apropiada de operación, (80°C) avance la palanca de control de velocidad hasta las rpm máximas. Revisar el motor en alto vacío y las rpm de la TDF. Asegurarse que las rpm al alto vacío cobren la especificación. Ver el manual técnico que provee el fabricante del tractor.
6. Para aplicar carga cierre la válvula (a favor de las manecillas del reloj) la pantalla de cristal líquido puede indicar un pequeña carga.
7. Para afinar, cerrar lentamente la válvula de control de carga hasta que las rpm ponderadas sean indicadas en el lector digital.
8. Una vez que el lector digital indique rpm ponderadas de la TDF, los hp o kW se leen directamente de la escala correspondiente.
9. También se puede leer en el lector digital el torque en lb-pié (kg-m).

3.2.3. Medición del Consumo de Combustible.

1. Abrir el circuito de paso de corriente, para que funcione el tablero del tractor y observar el indicador de combustible, para saber la cantidad de diesel que tiene el tanque.
2. Llenar el tanque hasta una posición en donde se pueda observar la disminución del combustible una vez transcurrido un tiempo determinado.

Nota: mantener bien sellado el tanque durante la práctica, ya que puede haber fugas del combustible, cuando esté muy acelerado el motor, solo se abrirá para rellenar el tanque.

3. Rellenar el tanque hasta la posición inicial del combustible, haciendo uso de una probeta graduada para determinar el consumo de combustible en el tiempo determinado.

3.2.4. Relación entre consumo de combustible y potencia a la toma de fuerza.

Para obtener ésta relación, los datos obtenidos de salida de potencia y gasto de combustible se someten a una regresión utilizando un programa estadístico. Se debe obtener una ecuación de dicha relación la cual será utilizada para estimar la potencia con cualquier dato de consumo de combustible.

3.3. Medición de Parámetros en campo para el cálculo de potencia.

3.3.1. Contenido de humedad en el suelo.

El porcentaje gravimétrico de agua (P_w) se determina empleando el método gravimétrico, el cual consiste en obtener una muestra de suelo representativa de la zona de estudio (usando una barrena o un extractor apropiados para el perfil del suelo) a la profundidad deseada (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 cm); antes de que pierda humedad se depositan en recipientes que sirven como aislantes térmicos y se llevan a laboratorio, la muestra de suelo húmedo se pesa (PSH); se colocan en la estufa a 105-110°C por 24 horas, se enfrían y se obtiene el peso del suelo seco (PSS). Los datos obtenidos se sustituyen en la fórmula y se calcula el porcentaje de humedad.

$$P_w = \left[\frac{PSH - PSS}{PSS} \right] 100$$

3.3.2. Densidad aparente del suelo.

Es la relación entre la masa de los sólidos y el volumen total que ocupan estos, es decir, se incluye el espacio poroso existente entre las partículas sólidas. En la determinación de la densidad aparente (D_a), se utilizó el método de la barrena de volumen conocido o extractor de núcleos, las muestras se determinaron a profundidades de: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 cm cada una; el primer paso fue hacer un cajete de 1m X 1m en cada sitio en donde se realizaran las pruebas (5 sitios), posteriormente se le agregó agua dejándolo por 24 horas (h). para facilitar la extracción; se fueron colocando uno a uno los cilindros en la barrena para la extracción de los núcleos a diferentes profundidades, teniendo cuidado de no destruir las muestras, y con una navaja de tamaño medio se dejaron al ras el suelo contenido en el cilindro (interior), al momento que se iban obteniendo las muestras se colocaron en una caja de madera, para llevarlas al laboratorio y pesarlas (PSH), después se colocaron en la estufa a 105°C , por un período de 24 h, pasado el tiempo, se retiraron de la estufa y se volvieron a pesar (PSS), teniendo estos datos se prosiguió pesar los cilindros sin suelo, además de medir el volumen de la barrena (cilindro interior) $A \times h = V_t$ para realizar el destare en cada una de las muestras obtenidas y así utilizar la formula de :

$$D_a = \frac{m_t}{V_t}$$

Donde:

D_a = Densidad aparente (g cm^{-3})

M_t = Masa total cilindro (cm)

V_t = Volumen total del cilindro (cm^3)

A = Área del cilindro (m^2)

h = Altura del cilindro (cm)

3.3.3. Determinación del patinaje.

El tractor produce patinaje en cualquier operación de campo. La distancia que un tractor recorre en un número de revoluciones de la rueda motriz se reduce cuando las ruedas patinan, el método que se utilizó para calcular el porcentaje de patinaje, consistió en colocar una marca en la rueda motriz del tractor y contar 5 revoluciones con el implemento levantado (posición sin carga) y medir la distancia que recorrió, posteriormente en la misma superficie y revoluciones, se realiza lo mismo, pero con el implemento en posición de trabajo (posición con carga), Figura 11.

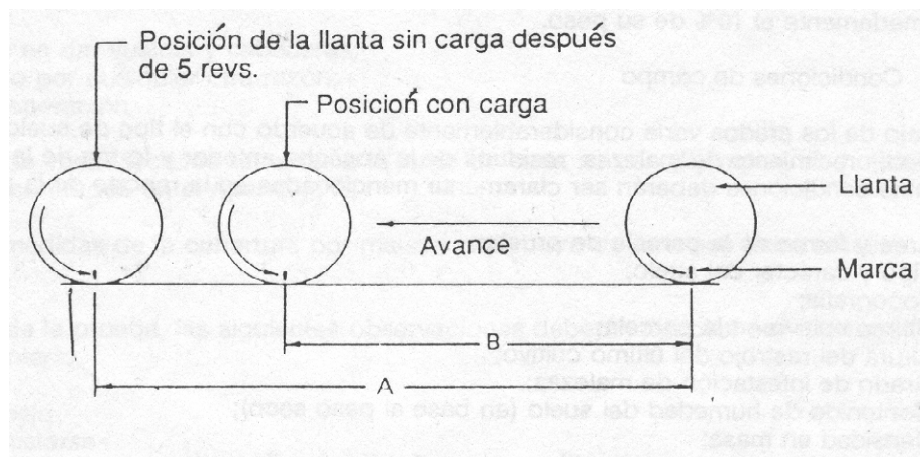


Figura 11. Medición de patinaje.

Se registran las lecturas y se prosigue a realizar el cálculo del patinaje utilizando la siguiente fórmula:

$$\%P = \left[\frac{(A - B)}{B} \right] 100$$

Donde:

%P = porcentaje de patinaje.

A = Distancia recorrida con carga (m).

B = Distancia recorrida sin carga (m).

3.3.4. Ancho de trabajo.

Para la determinación del ancho de trabajo se colocó una estaca a un lado de la línea que marcaba el límite de la parcela, cuando el tractor pasaba enfrente de la estaca, la primera lectura se realizaba midiendo la distancia que había desde la estaca hasta donde había pasado el implemento, después la distancia de la estaca hasta donde el implemento movió la tierra, después sólo se medía desde la estaca hasta donde el implemento pasaba, durante toda la prueba. Para determinar el ancho de trabajo, se restó la segunda lectura con la primera, después la tercera con la segunda y así sucesivamente.

3.3.5. Profundidad de trabajo.

En la medición de la profundidad de trabajo se midió con una regla graduada en milímetros, y con un nivel de gota. En el caso del arado, el nivel se colocó del extremo contrario de donde el arado coloca la tierra removida, ya que el suelo no fue roto, se extrae la tierra hasta la parte más firme (que es hasta donde llegó el implemento) y se mide la profundidad del implemento con 5 repeticiones en cada vuelta. Para la rastra, la profundidad se determinó midiendo la profundidad de 4 discos a la mitad de la parcela, con la ayuda de una regla graduada en forma de "L" y del nivel. En la sembradora se buscaron 5 semillas de cada línea en cada vuelta y se midió su profundidad sin moverla del lugar en donde fue depositada.

3.3.6. Velocidad de trabajo.

Para la velocidad de trabajo, se calculó el tiempo que tomó laborar una distancia de 20 metros (m), con el procedimiento siguiente:

1. Se instalaron dos estacas en un extremo de cada parcela, separadas a 20 metros, y dos en otro extremo, en forma paralela a las primeras.
2. Se midió el tiempo que tarda la máquina en recorrer los 20 m, como se ilustra en la Figura 12.

3. Se realiza la conversión de metros a kilómetros y de minutos a horas.
4. Utilizando la siguiente formula se determino la velocidad de trabajo.

$$V = \left(\frac{d}{t} \right) * 3.6$$

Donde:

V = velocidad (km h⁻¹)

D = Distancia recorrida (m)

T = Tiempo en recorrer 20 metros (s)

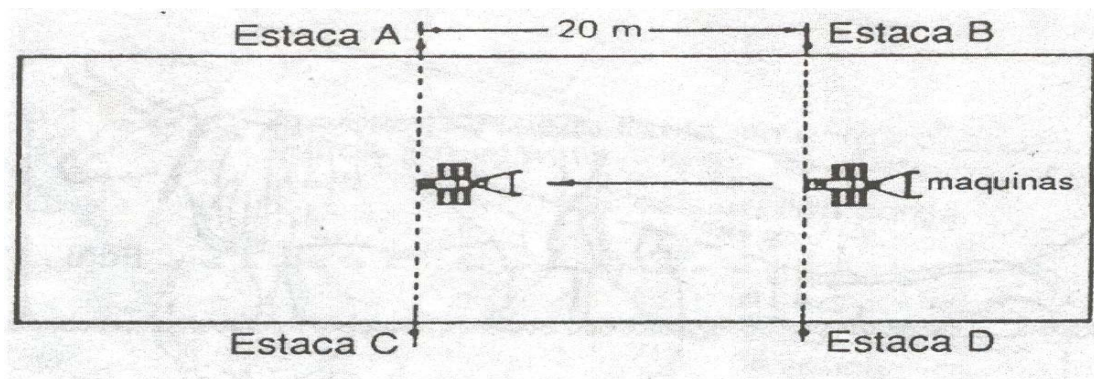


Figura 12. Medición de la velocidad de trabajo.

Este procedimiento se realizo en cada parcela, desde el inicio hasta el final, para verificar el tiempo y que no existiera mucha variación en los datos, con la finalidad de obtener confiabilidad en los datos.

3.3.7. Tiempo de viraje.

El tiempo de cabeceras, representa un tiempo muerto durante el trabajo, ya que es cuando el implemento se levanta para poder dar un buen viraje. Y se calcula midiendo el tiempo que tarda el implemento en estar en contacto con el suelo desde que se levanta para poder virar.

El número de virajes está afectado directamente por el diseño del campo, habilidad del conductor y ancho de la máquina. Seleccionar la franja de viraje para permitir vueltas fáciles pero, lo suficientemente angostas para poder terminar rápidamente (FMO. 1984).

3.3.8. Tiempo total de trabajo.

El tiempo total de trabajo, es el tiempo necesario para realizar una determinada operación de índole agrícola e incluyendo tiempos perdidos a causa de ajustes, paradas para rellenar el tanque de combustible (Ortiz-Cañavate, 1988).

3.3.9. Consumo de combustible en el campo.

En el tablero del tractor, la aguja del indicador del combustible marca que el tanque esta a la mitad cuando inicia el trabajo; al final de la labor, se apaga el tractor y se rellena el tanque hasta la marca inicial con una probeta, para conocer el consumo de combustible ocupado en esa parcela.

3.3.10. Consumo de Combustible Total (ml).

El consumo de combustible total es la relación entre el consumo del combustible determinado en campo y el tiempo total de trabajo.

$$CCT = \left(\frac{CCC}{TTT} \right) (0.36)$$

Donde:

CCT = Consumo de Combustible Total (ml).

CCC = Consumo de Combustible en Campo (ml)

TTT = Tiempo Total Trabajado (s).

0.36 = Factor de conversión.

3.3.11. Capacidad Teórica de campo.

La Capacidad Teórica de Trabajo de un conjunto tractor-implemento, toma en cuenta el número total de vueltas y depende del ancho operativo teórico del implemento y de la velocidad de trabajo. Utilizando los valores promedio del ancho de trabajo y velocidad de trabajo, tomadas en campo, la capacidad teórica es calculada con la siguiente formula:

$$CTC = \frac{(APT)(VPT)}{10}$$

Donde:

CTC = Capacidad Teórica de Campo (ha h⁻¹)

APT = Ancho Promedio de Trabajo (m).

VPT = Velocidad Promedio de Trabajo (km h⁻¹).

3.3.12. Capacidad Efectiva de Campo.

La Capacidad Efectiva de Campo es la relación existente entre la superficie trabajada en una tarea dada y el tiempo total que dispuso para realizarla. Están considerados en ella todos los períodos de tiempo no utilizados en trabajo real de la herramienta considerada.

$$CEC = \left(\frac{ATT}{TTT} \right) (0.36)$$

Donde:

CEC = Capacidad Efectiva de Campo (ha h⁻¹).

ATT = Área Total de Trabajo (m²)

TTT = Tiempo Total Trabajado (s)

0.36 = Factor de conversión a ha h⁻¹.

3.3.13. Eficiencia de Campo.

El agricultor actualmente esta luchando para obtener más eficiencia y capacidad de operación en el campo. Una buena eficiencia en el campo no necesariamente significa aumento de capacidad; generalmente, un ligero cambio de eficiencia es dado por aumentar la capacidad (FMO, 1984).

Se llama eficiencia de campo al cociente entre la capacidad efectiva de campo y la capacidad teórica de campo. Solo toma en cuenta los factores que influyen directamente en la operación de la máquina en el campo, como pueden ser:

- Método de laboreo (vueltas en vacío).
- Superposición excesiva entre pasadas.
- Reabastecimiento, etc.

No toma en consideración:

- Tiempo de puesta en marcha.
- Enganche.
- Transporte.
- Roturas o mantenimiento.
- Descanso del personal.

Para calcular la Eficiencia de Campo se utiliza la siguiente formula:

$$E = \left(\frac{CEC}{CTC} \right) * 100$$

Donde:

E = Eficiencia

CEC = Capacidad Efectiva de Campo (ha h⁻¹).

CTC = Capacidad Teórica de Campo (ha h⁻¹).

3.3.14. Cálculo de la potencia en campo.

Para conocer la potencia que requirió una labor, basta conocer el consumo de combustible total en litros por hora ($l\ h^{-1}$), y aplicar la fórmula que se obtuvo en laboratorio para este fin.

3.3.15 Potencia perdida por patinaje.

Es la relación que existe entre la potencia y el promedio de patinaje determinado en campo.

$$Pp = \left[\frac{\text{Potencia TDF} * PPC}{100} \right]$$

Donde:

Pp = Potencia perdida por Patinaje (hp).

PPC = Promedio de Patinaje en Campo.

3.3.16. Potencia perdida por la Resistencia al Rodamiento.

El Porcentaje de Resistencia al Rodamiento (PRR) es la relación que existe de la potencia con el coeficiente de resistencia al rodamiento.

$$PRR = \text{Potencia TDF} * CRR$$

Donde:

PRR = Potencia perdida por la Resistencia al Rodamiento (hp)

CRR = Coeficiente de Resistencia al rodamiento

3.3.17. Coeficiente de Resistencia al Rodamiento.

Para conocer este coeficiente, se debe de conocer el diámetro de la llanta trasera y así estimar este parámetro con la gráfica propuesta por (Inss y Kilgour, 1978). (Anexo 8).

3.3.18. Porcentaje de Resistencia al Rodamiento.

La ecuación para este parámetro es la siguiente:

$$PRR = (Potencia) * (CRR)$$

Donde:

PRR = Potencia perdida por la Resistencia al Rodamiento (hp).

CRR = Coeficiente de Resistencia al Rodamiento

3.3.19. Potencia Neta para la labor.

La potencia neta se obtiene mediante la siguiente formula:

$$PN = (P - Pp - PRR)$$

Donde:

PN = Potencia Neta (hp)

P = potencia equivalente en la relación consumo de combustible-entrega de potencia a la TDF (hp).

Pp = Potencia perdida por Patinaje (hp).

PRR = Potencia perdida por la Resistencia al Rodamiento (hP)

3.4. Diseño Experimental.

El experimento se establece en campo con un diseño estadístico de bloques al azar, con 5 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, donde las variables fueron ancho de trabajo, profundidad, porciento de patinaje, velocidad, potencia neta, entre otras.

El número de tratamientos son los cinco sitios de campo y el número de repeticiones es el número de parcelas por cada sitio. El tamaño utilizado de parcelas fue de 100 m * 9 m.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Determinación de tipos de suelo en áreas agrícolas del Distrito de Desarrollo Rural de Saltillo.

La información encontrada en la cartas edafológicas del estado de Coahuila, escala 1:50,000 (INEGI, 1982) de los 5 municipios que comprenden el Distrito de Desarrollo de Saltillo se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla. 3. Texturas encontradas en las áreas agrícolas de los Municipios que comprenden el Distrito de Desarrollo Rural de Saltillo.

Municipios	Clasificación Textural	Arena %	Limo %	Arcilla %
Arteaga	Migajón-Arenoso	56	28	16
Ramos Arizpe	Franco	50	32	18
Saltillo	Migajón-Arenoso	64	22	14
General Cepeda	Franco	44	30	26
Parras de la Fuente	Migajón-arcillo-arenoso	46	24	30

4.1.1. Sitios de Evaluación.

Por conveniencia técnico-económica la evaluación de las necesidades de potencia para las labores se realizó en una sola localidad donde hubiese sitios con las texturas encontradas en las áreas agrícolas del DDR de Saltillo. Por ésto se los terrenos del campo de Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que esta ubicada a 7 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo. Las coordenadas geográficas son 100° 51’ 42” longitud oeste y 25 ° 23’ 42” latitud norte, con una altura sobre el nivel del mar de 1743 m. De acuerdo a la clasificación climática de Copen modificado por García (1973), el clima es muy árido, semicálido, con régimen de lluvias de verano e invierno seco

extremoso. La temperatura media anual es de 19.8 °C, con una precipitación media anual de 455 mm. La evaporación media anual oscila entre los 1956 mm. Los vientos predominantes tienen una dirección noreste, con velocidades de 22.5 km h⁻¹ (González, 1999).

Los suelos descritos en la Tabla 4 se encuentran dentro del Campo Experimental de la Universidad y como se menciona son de características similares a los encontrados en las áreas agrícolas del Distrito de Desarrollo Número 4 (Tabla 3), el cual comprende los municipios de Arteaga, Ramos Arizpe, General Cepeda, Parras y Saltillo.

Tabla 4. Características de Textura de los suelos de los sitios de evaluación en el Campo Experimental Buenavista de la UAAAN.

	Clasificación Textural	Arena %	Limo %	Arcilla %	Materia Orgánica (%)
Sitio 1	Franco	58	26	16	1.2
Sitio 2	Migajon-arenoso	52	32	16	1.4
Sitio 3	Migajon-arenoso	64	20	16	0.5
Sitio 4	Franco	46	34	20	0.7
Sitio 5	Migajon-arcilloso-ararenoso	46	28	26	1.6

4.2 Resultado de las mediciones de Potencia en laboratorio.

4.2.1 Relación entre consumo de combustible y entrega de potencia a la toma de fuerza.

Para la medición de la potencia en laboratorio se utilizó en tractor (NH 6810) doble tracción, con una potencia nominal al motor de 95 hp y 83 hp a la TDF. Los datos tomados en laboratorio se capturaron en el programa Slide Write, para realizar una regresión, la cual resultó en una ecuación de segundo grado. La Figura 13, muestra la relación que existe entre la entrega de potencia a la TDF y el consumo de combustible (l h⁻¹) mediante una curva polinomial.

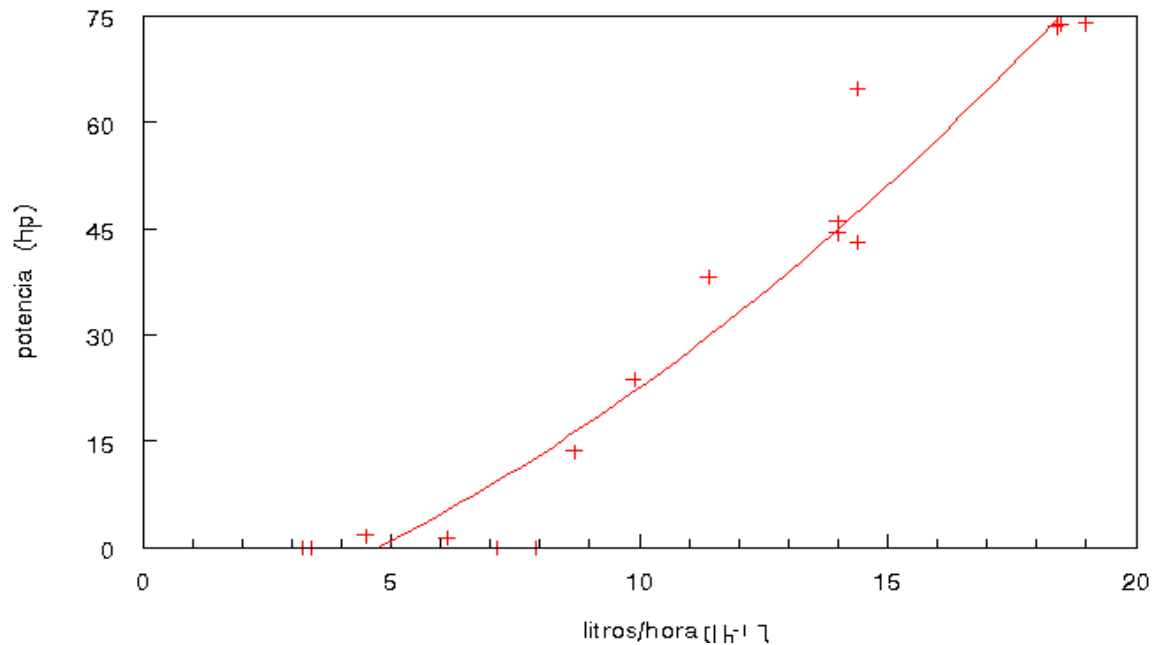


Figura 13. Relación entre consumo de combustible y Potencia.

La ecuación que presenta la relación mencionada tiene la siguiente formula:

$$y = (a_0) + (a_1 * x) + [a_2 * (x)^2]$$

Donde:

y = Potencia (hp)

$a_0 = -13.55$

$a_1 = 2.2$

$a_2 = 0.14$

x = consumo de combustible total (l h⁻¹)

4.3. Resultado de las mediciones en campo antes de las labores.

Antes de trabajar en cada sitio, se colectaron muestras para determinar la humedad y densidad aparente, obteniéndose los siguientes datos:

4.3.1 Contenido de humedad en el suelo.

El contenido de humedad es el promedio medido en el rango total de 0 a 25 cm. Los datos mostrados en la Tabla 5 del contenido de humedad en las parcelas indican que en los primeros cuatro sitios no existe variación significativa entre humedades, según el análisis estadístico. El sitio 5 fue el mas seco. En general, el estado de humedad del suelo es en el que los agricultores de la región realizan las actividades de labranza.

Tabla 5. Humedad de los cinco sitios, experimentales.

	T e x t u r a	H u m e d a d (%)
S itio 1	F r a n c o	14.86 A
S itio 2	M i g a j ó n - a r e n o s o	17.74 A
S itio 3	M i g a j ó n - a r e n o s o	17.41 A
S itio 4	F r a n c o	18.35 A
S itio 5	M i g a j ó n - a r c i l l o - a r e n o s o	10.63 B

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

4.3.2. Densidad aparente del suelo.

De acuerdo al muestreo de los suelos y sometidos los datos a un análisis de varianza se pueden comparar las densidades de los suelos para conocer si existen diferencias significativas.

En la tabla 6. se puede observar que las densidades tienen diferencia significativa, esto indica que los espacios porosos existentes entre las partículas sólidas fue muy variado en cada tipo de suelo.

Tabla 6. Densidad aparente de los sitios a evaluar.

	T e x t u r a	D e n s i d a d a p a r e n t e
S itio 1	F r a n c o	1 . 3 3 A
S itio 2	M i g a j ó n - a r e n o s o	1 . 0 7 C
S itio 3	M i g a j ó n - a r e n o s o	1 . 0 8 C
S itio 4	F r a n c o	1 . 2 0 B C
S itio 5	M i g a j ó n - a r c i l l o - a r e n o s o	1 . 2 9 A B

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

El sitio 1 presento una mayor densidad con respecto a los sitios 2 y 3 cuya densidad inicial es menor. A mayor densidad menor es el espacio poroso en el suelos y a menor densidad mayor espacio poroso en el perfil.

Es importante saber las condiciones iniciales de humedad y densidad del suelo antes de trabajarlos, con el fin de tener esta referencia y evaluar los resultados en base al estado inicial del mismo.

4.4. Resultados de campo medidos durante las labores.

4.4.1. Profundidad.

La profundidad de penetración en el suelo es función de la fuerza descendente debido al peso del implemento y de la resistencia del suelo, además de que ésta varía en función de las condiciones de humedad en el mismo. En la tabla 7 se presentan los datos de profundidad.

Tabla 7. Profundidad de los implementos

		P r o f u n d i d a d (cm)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	21.74 BC	**	***
Sitio 2	Migajón-arenoso	28.25 AB		
Sitio 3	Migajón-arenoso	31.00 A		
Sitio 4	Franco	17.03 C		
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	27.12 AB		

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

** Estimada de cuerdo a Padilla (2003) entre 10 a 14 cm.

*** No se determino pues se ajusta de acuerdo al tipo de semilla.

Con respecto a la aradura, los resultados obtenidos durante esta labor, proporcionan datos muy variados en relación a este parámetro. Los extremos se presentan en el sitio 3 donde presento mayor profundidad y el sitio 4 presentó la menor. En este último la parcela tenía una pedregosidad de 15 % que tuvo influencia en el resultado.

Para la labor de rastreo, la profundidad es un parámetro difícil de determinar, por lo que se tomo lo indicado por (Padilla, 2003), que estimó recientemente que la profundidad de este implemento esta entre un rango de 10-14 cm.

En la sembradora, la profundidad no se determino debido que esta se ajusta de acuerdo al cultivo.

4.4.2. Ancho de Trabajo

En la Tabla 8, se puede observar para el caso de la labor de aradura, que el único valor con diferencia significativa respecto a los demás se obtuvo en el sitio 4, esta variación se debe a las condiciones del suelo (pedregosidad de un 15 %) que influyo en la maniobrabilidad del tractor.

Tabla 8. Ancho de trabajo de las tres labores evaluadas.

	Ancho de trabajo (m)			
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	0.836 B	1.77	1.686
Sitio 2	Migajón-arenoso	0.753 B	1.91	2.046
Sitio 3	Migajón-arenoso	0.776 B	1.85	1.8
Sitio 4	Franco	1.250 A	2.12	1.86
Sitio 5	Migajón-arcillo-arcarenoso	0.886 B	2.15	1.916

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

En el caso de la rastra, no se presentan diferencias de significativa de acuerdo al análisis de varianza. Para la sembradora, el ancho de trabajo no varía, debido a que el operador pasa sobre la marca de la rueda en la vuelta, para no modificar la separación de siembra entre las hileras.

4.4.3. Patinaje del tractor.

En la Tabla 9 se presentan los datos obtenidos en la medición del patinaje de las tres labores. Como referencia para los resultados también se muestra la humedad que tiene la superficie del suelo (entre 0 - 5 cm).

Tabla 9 Porcentaje de patinaje de las tres labores de trabajo .

	Textura	Humedad (%)	Patinaje (%)		
		0-5 cm	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	12.28	10.83 B	4.44	2.92 AB
Sitio 2	Migajón-arenoso	14.88	18.37 A	7.92	1.91 B
Sitio 3	Migajón-arenoso	16.68	11.37 B	6.37	1.94 B
Sitio 4	Franco	18.41	8.73 B	3.56	3.61 A
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	5.85	10.70 B	6.7	3.85 A

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

De los datos de la prueba con el arado se observa que el sitio 2, presentó mayor patinaje respecto a los demás. Esto tiene una diferencia de valor significativo, además de que rebaso el valor de patinaje aceptable (15 %), lo cual se debe probablemente a la profundidad a la que se trabajó (28.25 cm). En la rastra, los valores de patinaje no representan una diferencia significativa de acuerdo al análisis estadístico.

Los valores de patinaje bajos en la sembradora indican que este implemento demanda muy poca tracción de la fuente de potencia, además de que no hay diferencia significativa de este parámetro entre los tipos de suelo.

4.4.4. Velocidad de Trabajo.

Para la labor de aradura existen diferencias en la velocidad en los distintos sitios (Tabla 10), esto de acuerdo al análisis de varianza, pero se puede observar que el rango de velocidad oscila entre 6 a 7 km h⁻¹.

Tabla 10. Velocidad de trajo en los 5 sitios.

		Velocidad de trabajo (km h⁻¹)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	6.02 D	6.86	6.96 B
Sitio 2	Migajón-arenoso	6.50 C	7.2	7.84 A
Sitio 3	Migajón-arenoso	6.76 BC	6.89	7.63 A
Sitio 4	Franco	7.17 A	7.34	7.72 A
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	6.95 AB	7.37	7.41 AB

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

En la rastra, no hay diferencia significativa entre los resultados. En la labor de siembra la necesidad en la mayoría de los sitios fue de un poco mas de 7 km h⁻¹, con excepción del sitio 1 donde fue levemente menor en esta cantidad.

4.4.5. Consumo de Combustible.

La relación entre el consumo de combustible determinado en campo y el tiempo total de la labor, da como resultado el consumo total de combustible en la labor en litros/ hora. Estos valores se utilizaron como base para determinar la potencia que demanda una labor en el campo, y los valores se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Consumo de combustible en relación con el tiempo total de trabajo.

		Consumo de Combustible (l h ⁻¹)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	11.50 B	7.04 C	5.50 C
Sitio 2	Migajón-arenoso	13.12 B	8.09 BC	7.08 C
Sitio 3	Migajón-arenoso	11.71 B	11.90 A	8.75 BC
Sitio 4	Franco	17.54 A	5.700 C	13.04 A
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	14.33 B	10.87 AB	11.34 AB

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

La labor que consumió más combustible por tiempo fue la aradura, en el sitio 4. Los cuatro sitios restantes presentan consumos muy semejantes. La rastra presenta una mayor variabilidad; en el caso del sitio 3 hay una diferencia de más de 4 l h⁻¹. respecto al 1 y 4. El consumo de combustible de la sembradora, al igual que el de la rastra, presenta en el sitio 4 como el de mayor consumo horario de combustible.

4.4.6. Capacidad Teórica de Campo.

La capacidad teórica en el campo es la cantidad de trabajo que sería realizado si no hubiese pérdida de tiempo (FMO. 1984). Los datos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Capacidad Teórica de Campo.

		Capacidad Teórica de Campo (Ha h⁻¹)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	0.50 C	1.22	1.18
sitio 2	Migajón-arenoso	0.49 C	1.36	1.60
Sitio 3	Migajón-arenoso	0.52 BC	1.28	1.37
Sitio 4	Franco	0.90 A	1.55	1.44
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	0.61 B	1.58	1.43

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

La capacidad teórica en la rastra y en la sembradora no presenta diferencia estadística de acuerdo al análisis de varianza y esto tiene que ver con que el ancho de trabajo no varía significativamente.

4.4.7. Consumo de Combustible por área.

Estos datos se presentan con el fin de comparar de manera más clara los resultados del consumo de combustible. Como se puede observar en la Tabla 13, en el sitio 4 se consumió menos combustible por área en comparación con los demás sitios, esto debido a la mayor capacidad de trabajo mostrado en este sitio.

Tabla 13. Consumo de Combustible por área.

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

		Consumo de Combustible por área (l ha⁻¹)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	22.95	5.79 B	4.69 C
Sitio 2	Migajón-arenoso	26.74	5.98 B	4.43 C
Sitio 3	Migajón-arenoso	22.37	9.74 A	6.38 BC
Sitio 4	Franco	19.91	3.67 B	9.07 A
Sitio 5	Migajón-arcilloso-arenoso	23.3	6.84 AB	7.81 AB

4.4.8. Calculo de la Potencia en Campo para cada labor.

La potencia a la barra de tiro o potencia neta por la labor, es la potencia real que el tractor proporciona para las mismas, y se calcula tal y como se describe en el capítulo 3.3.19.

Tabla 14. Potencia Neta utilizada para cada labor.

		Potencia a la Barra de Tiro (hp)		
	Textura	Arado	Rastra	Sembradora
Sitio 1	Franco	24.82 B	7.21 C	2.29 C
Sitio 2	Migajón-arenoso	28.98 B	10.59 BC	7.52 C
Sitio 3	Migajón-arenoso	25.02 B	26.13 A	13.77 BC
Sitio 4	Franco	57.13 A	2.87 C	31.71 A
Sitio 5	Migajón-arcillo-arenoso	37.61 B	21.25 AB	25.06 AB

Nota: Columnas con letras iguales no tienen diferencia significativa al 5 %.

Se puede observar que el arado en el sitio 4, demanda mas potencia puesto que como se vio en la Tabla 12 que gasta mas combustible, pero como ya se aclaro anteriormente, esto se debe a que realiza mas área de trabajo en tiempo que en los otros sitios, lo mismo sucede con la rastra en el sitio 3 y en la sembradora en el sitio 4.

4.4.9. Construcción de una base de datos para el cálculo de la potencia en diferentes suelos para diferentes labores.

Se puede construir un marco de referencia sobre la potencia que demanda un implemento, teniendo en cuenta todos los datos analizados en este trabajo. La idea de la construcción de una base de datos local es que un usuario (agricultor o técnico) cuente con una herramienta que le facilite calcular que necesidad de potencia podría tener y por lo tanto que tractor debería adquirir para realizar sus labores sin que se desperdiciara o faltare la misma. La Tabla 15 muestra el método de construcción de una base de datos con el fin expuesto anteriormente.

Conociendo la textura del suelo (especifica para zonas agrícolas de los municipios del DDR de saltillo) un usuario podría conocer que características de potencia a la barra de tiro necesita de un tractor para reducir las labores básicas de establecimiento de cultivos a una profundidad, y velocidad de trabajo típicas de la región.

Tabla 15. Base de Datos para el cálculo de la potencia que demanda la labor en el DDR de Saltillo.

LABOR (IMPLEMENTO)	Textura del Suelo			Humedad del suelo (Antes de la labor) %	Profundidad de trabajo (cm)	Fuerza Necesaria para la labor (kN m ⁻¹)	Velocidad de trabajo		
	Porcentaje de		Clasificación textural				(m s ⁻¹)	km h ⁻¹	
	Arena	Limo							Arcilla
ARADO	58	26	16	Franco	14.86	21.73	13.28	1.67	6.02
KIMBAL-ARHK3	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74	28.26	15.68	1.81	6.51
Reversión Hidra.	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41	31.00	12.79	1.88	6.77
DIAME. DISCOS	46	34	20	Franco	18.35	17.03	17.52	1.99	7.17
66.8 cm	46	28	26	Migajon-arcilloso-ararenoso	10.63	27.13	16.30	1.93	6.95
RASTRA	58	26	16	Franco	14.86	**	1.60	1.91	6.86
MODELO	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74		2.09	2.00	7.20
MX221-20	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41		5.86	1.91	6.89
DIAME. DISCOS	46	34	20	Franco	18.35		0.50	2.04	7.34
56 cm	46	28	26	Migajon-arcilloso-ararenoso	10.63		3.56	2.05	7.37
SEMBRADORA	58	26	16	Franco	14.86	***	0.52	1.94	6.97
DE GRANOS	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74		1.26	2.18	7.84
GRUESOS	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41		2.67	2.12	7.63
DE DOS LINEAS	46	34	20	Franco	18.35		5.93	2.15	7.72
DOS. MECANICO	46	28	26	Migajon-arcilloso-ararenoso	10.63		4.53	2.06	7.41

** La profundidad es de acuerdo con Padilla (2003), y se puede estimar entre un rango de 10 - 14 cm.

*** La profundidad en la sembradora depende del tipo de cultivo a utilizar, ya que este parametro esta en funcion del tamaño y tipo de semilla.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los datos (textura, humedad, densidad antes de las labores, ancho de trabajo, patinaje, profundidad, velocidad, consumo de combustible, tiempo total) obtenidos y analizados en campo, se pudo conocer la potencia demandada por tres tipos de implemento en 5 tipos de suelo.

De acuerdo al objetivo del trabajo, se pudo generar el método para la construcción de una base de datos en donde un usuario puede conocer una estimación de la potencia que requerirá para trabajar y la cual esperará que el tractor que adquiera le proporcione a la hora de preparar el suelo para el establecimiento del cultivo.

Para esta investigación se utilizaron parcelas con dimensiones de (90 X 10 m), por lo que se recomienda que para parcelas con mayor dimensiones se cuente con un equipo sencillo, fácil de transportar y conectar para la determinación del consumo de combustible, para que los datos tengan mayor precisión que los que se obtuvieron en esta investigación, ya que para la medición de este parámetro se utilizó un método, el cual no fue muy preciso para la determinación del mismo. Por eso es importante que al tractor 6810 NH utilizado para esta investigación se le acondicione un dispositivo sencillo como el del tractor 5010 NH para la determinación mas segura de este parámetro.

La consulta de la Tabla 15 para aquellas personas que lo deseen, deben de considerar este margen de error para poder hacer sus estimaciones de potencia.

VI. LITERATURA CITADA.

Agro, Manual. El hombre y los animales como fuente de energía. (Documento Web). S/F. <http://www.agro.unlpam.edu.ar/maquinaria/Manual%20Lic..pdf>. (Consulta 11 de febrero del 2004).

Agroconnection. Potencia del tractor. (Documento Web) S/F. http://agronegocios.com.py/rural/agroindustria/agroindustria_potenciator.html#top. (Consulta 11 de febrero del 2004).

Arnal Atarés P. 2001. Potencia de los tractores agrícolas. (Documento Web). S/F. <http://www.infonegocio.com/asajahuesca/publicaciones/txtpotencia.pdf>. (Consulta 11 de febrero del 2004).

B. Liljedahl Johan, Carleton M, K. Turnquist Paúl y W. Smith. 1991. Tractores Diseño y Funcionamiento. Editorial Limusa. México, DF.

Buckingham Frank. 1984. Fundamentos de Funcionamiento de Maquinaria (FMO), serie cultivo, Deere & Company Service Training. Moline, Illinois. E.E.U.U.

Cristian O. J. PROTAC Proyecto de difusión y Desarrollo de Tecnología para Mejorar la Eficiencia del Uso del Tractor y Reducir el Consumo Energético. (Documento Web). S/F. <http://cni.inta.gov.ar/cia/iir/avances.html>. (Consulta 11 de febrero del 2004).

e-campo, Pruebas especiales para el combustible agropecuario. (Documento web). S/f. <http://www.e-campo.com/media/news/nl/maqnovedades5.htm>. (Consulta 11 de febrero del 2004)

Figueroa Sandoval, B. Y F. Morales Flores. 1992. "Manual de producción de cultivos con labranza de conservación", Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. De México, 1994.

Hernanz Martos J. L. El ensayo al freno. (Documento Web). S/F. Madrid. <http://www.terralinea.com/revista28/pagina24.asp>. (Consulta 11 de febrero 2004)

Hunt Donnell. 1991. Maquinaria Agrícola, Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo. Editorial Limusa. México.

Infoagro, Revista. La normalización en los tractores agrícolas. (Documento Web). S/F. http://www.infoagro.com/maquinaria/normativa_tractores2.asp (Consulta 11 de febrero del 2004).

Márquez D. L. 1999. El Ensayo de los tractores agrícolas según los códigos de la OCDE. (Documento Web). S/F. (Consulta 11 de febrero del 2004). <http://www.siam.info.ve/revista/1999/nemero2/articulo4.htm>.

Murillo S. F. 1985. Equipo agrícola, selección y administración. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Impreso en Costa Rica.

Ortiz – Cañavate J. y Hernanz J. L. 1989. Técnica de la Mecanización Agraria. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Padilla Alfaro A. C. 2003. Validación de la Norma “PROY-0-182-SCFI-2002” para Rastras de Discos de Levante. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Pérez Alonso J.C. 2003. Evaluación del desempeño y resultados tecnológicos del multiarado en dos tipos de suelo de zonas semiáridas. Tesis Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Pliego G. J. 2003, Efecto del índice de desgaste (α) en el desempeño de los discos de arados en un suelo franco. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Ressia, J. M, Botta, G. F., De Simone, M. E. Consumo de combustible del tractor en relación a las curvas características del motor y a su transmisión. (Documento Web). S/f/. http://www.unlu.edu.ar/~maqagro/CADIR_96.pdf (Consulta 11 de febrero del 2004).

Sims Brian G. (AFRC IEC) y Swith Desmond W. 1990. Evaluación Técnica de equipos para pequeños productores. México.

Smith D. W., B. G. Sims y D. H. O Neil. 1993. Principios Y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas. Boletín de Servicios Agrícolas de FMO.

Summer H. R., Hellwig R. E. y Monroe G. E. 1986. Measuring Implement Power Requirements from Tractor Fuel Consumption. TRANSACTIONS of the ASAE. Vol. 29(1). January –February, 1986.

Valdés R. J. U. 1985. Estudio Edafológico de la UAAAN en el área correspondiente a Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

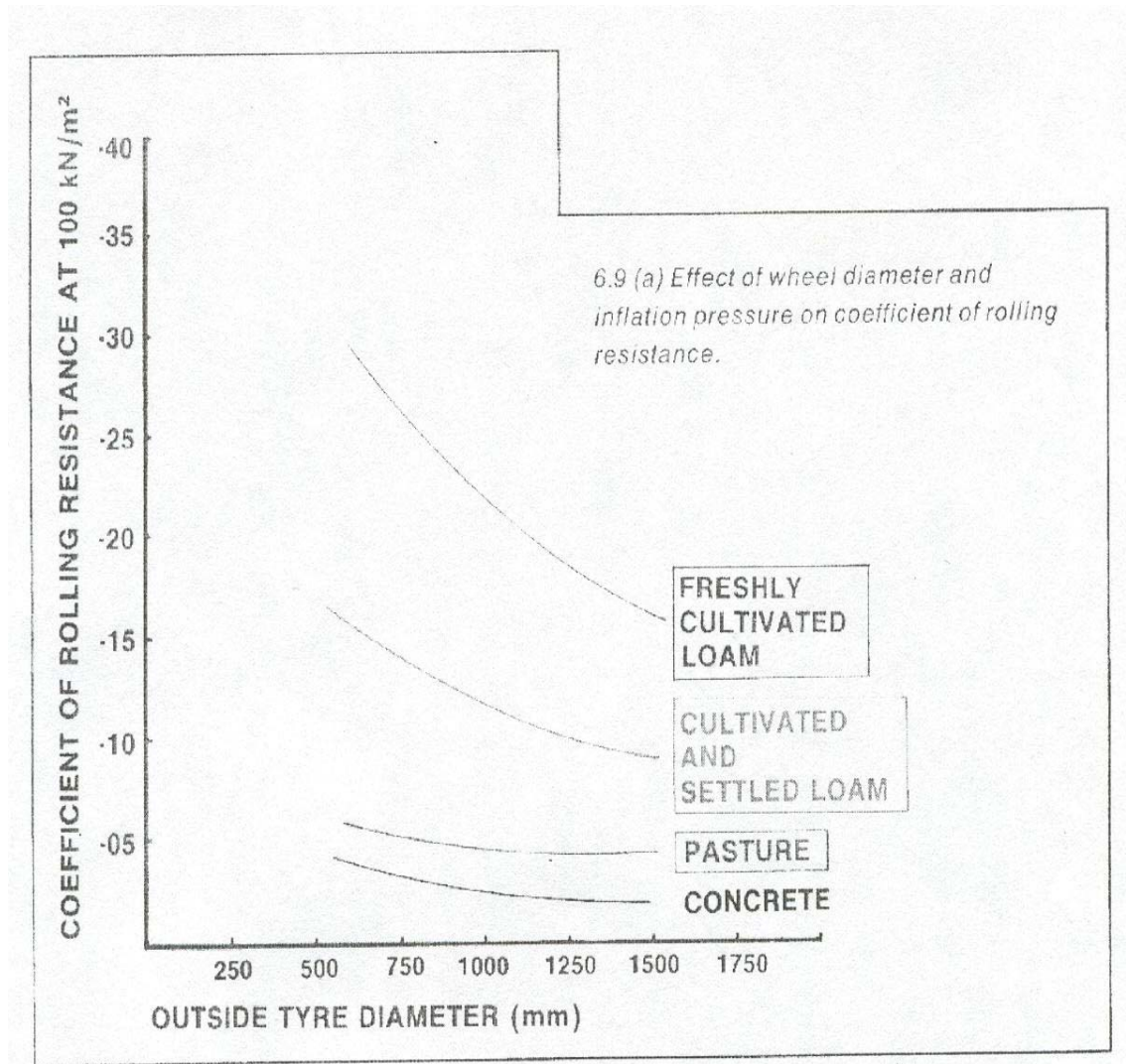
ANEXO 1

Ubicación de los sitios dentro del campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en donde se realizaron las pruebas de campo.

MUNICIPIO	UBUCACION DENTRO DE LA UNIVERSIDAD		T E X T U R A				
			ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	Clasificación Textural	Materia Orgánica (%)
Arteaga	Estación San Juan	SITIO 1	58	26	16	Franco	1.2
Ramos Arizpe	Vivero UAAAN	SITIO 2	52	32	16	Migajon-arenoso	1.4
Saltillo	Aproximadamente a 600 m De "La Gloria" rumbo SE	SITIO 3	64	20	16	Migajon-arenoso	0.5
General Cepeda	Aproximadamente a 1 km de "La Gloria" rumbo SW	SITIO 4	46	34	20	Franco	0.7
Parras de la Fuente	Aproximadamente a 400 m de la represa de la UAAAN	SITIO 5	46	28	26	Migajon-arcilloso-ararenoso	1.6

ANEXO 8.

Grafica para estimar el coeficiente de la resistencia al rodamiento, Propuesta por Inss y Kilgour (1978)



TEXTURA	0-5 cm HUMEDAD %	% D E P A T I N A J E		
		ARADO	RASTRA **	SEMBRADORA
Franco	12.28	10.83 B	4.44	2.92 AB
Migajón-arenoso	14.88	18.37 A	7.92	1.91 B
Migajón-arenoso	16.68	11.37 B	6.37	1.94 B
Franco	18.41	8.73 B	3.56	3.61 A
Migajón-arcillo-arenoso	5.85	10.70 B	6.7	3.85 A

TEXTURA	A N C H O D E T R A B A J O		
	ARADO	RASTRA **	SEMBRADORA
Franco	0.836 B	1.77	1.686 C
Migajón-arenoso	0.753 B	1.91	2.046 A
Migajón-arenoso	0.776 B	1.85	1.80 BC
Franco	1.250 A	2.12	1.86 ABC
Migajón-arcillo-arenoso	0.886 B	2.15	1.916 AB

TEXTURA	T I E M P O T O T A L D E T R A B A J O		
	ARADO	RASTRA **	SEMBRADORA
Franco	804.33 A	321.66	358.35 A
Migajón-arenoso	848.11 A	320	267.66 B
Migajón-arenoso	848.66 A	323.85	300.66 AB
Franco	476.00 AB	296.58	276.00 B
Migajón-arcillo-arenoso	669.41 B	251.39	267.65 B

TEXTURA	T I E M P O D E V I R A J E		
	ARADO	RASTRA	SEMBRADORA
Franco	233.68 B	86.90 A	75.98 A
Migajón-arenoso	351.59 A	71.59 A	67.07 A
Migajón-arenoso	253.62 B	86.90 A	72.21 A
Franco	105.63 C	33.06 B	42.73 B
Migajón-arcillo-arenoso	149.12 C	38.22 B	46.08 B

TEXTURA	C A P A C I D A D T E O R I C A D E C A M P O		
	ARADO	RASTRA **	SEMBRADORA
Franco	0.503 C	1.216	1.176 C
Migajón-arenoso	0.486 C	1.36	1.603 A
Migajón-arenoso	0.523 BC	1.283	1.370 BC
Franco	0.893 A	1.553	1.440 AB
Migajón-arcillo-arenoso	0.613 B	1.583	1.426 AB

TEXTURA	%
	HUMEDAD
Franco	14.86 A
Migajón-arenoso	17.74 A

TEXTURA	% HUMEDAD	P R O F U N D I	
		ARADO	RASTRA **
Franco	14.86	21.74 BC	11.25
Migajón-arenoso	17.74	28.25 AB	22.19
Migajón-arenoso	17.41	31.00 A	19.79
Franco	18.35	17.03 C	16.42
Migajón-arcillo-arenoso	10.63	27.12 AB	21.46

TEXTURA	% HUMEDAD	C O N S U M O D E C O M B U	
		ARADO	RASTRA
Franco	14.86	11.50 B	7.04 C
Migajón-arenoso	17.74	13.12 B	8.09 BC
Migajón-arenoso	17.41	11.71 B	11.90 A
Franco	18.35	17.54 A	5.700 C
Migajón-arcillo-arenoso	10.63	14.33 B	10.87 AB

TEXTURA	% HUMEDAD	P O T E N C I A N	
		ARADO	RASTRA
Franco	14.86	24.82 B	7.21 C
Migajón-arenoso	17.74	28.98 B	10.59 BC
Migajón-arenoso	17.41	25.02 B	26.13 A
Franco	18.35	57.13 A	2.87 C
Migajón-arcillo-arenoso	10.63	37.61 B	21.25 AB

TEXTURA	% HUMEDAD	V E L O C I D A D D E T	
		ARADO	RASTRA**
Franco	14.86	6.02 D	6.86
Migajón-arenoso	17.74	6.50 C	7.2
Migajón-arenoso	17.41	6.76 BC	6.89
Franco	18.35	7.17 A	7.34
Migajón-arcillo-arenoso	10.63	6.95 AB	7.37

TEXTURA	C A P A C I D A D E F E C T I V A D E C A M P O		
	ARADO	RASTRA **	SEMBRADORA**
Franco	0.400 C	1.01	0.91
Migajón-arenoso	0.333 D	1.013	1.216
Migajón-arenoso	0.383 CD	1.01	1.086
Franco	0.680 A	1.2	1.173
Migajón-arcillo-arenoso	0.486 B	1.306	1.23

TEXTURA	E F I C I E N C I A **		
	ARADO	RASTRA	SEMBRADORA
Franco	80.799	83.209	77.876
Migajón-arenoso	68.959	74.576	75.646
Migajón-arenoso	72.769	80.643	79.023

Migajón-arenoso	17.41 A
Franco	18.35 A
Migajón-arcillo-arenoso	10.63 B

TEXTURA	DENSIDAD APARENTE
Franco	1.3283 A
Migajón-arenoso	1.0733 C
Migajón-arenoso	1.0767 C
Franco	1.1983 BC
Migajón-arcillo-arenoso	1.2933 AB

Franco	76.246	76.586	81.703
Migajón-arcillo-arenoso	79.356	82.266	86.146

TEXTURA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN CAMPO		
	ARADO	RASTRA	SEMBRADORA
Franco	2.56 B	0.63 B	0.55 BC
Migajón-arenoso	3.50 A	0.72 B	0.53 C
Migajón-arenoso	2.76 B	1.06 A	0.73 BC
Franco	2.33 B	0.47 B	1.00 A
Migajón-arcillo-arenoso	2.64 B	0.75 B	0.797 AB

LABOR (IMPLEMENTO)	TEXTURA DEL SUELO				HUMEDAD DEL SUELOS (ANTES DE DE LA LABOR) %	PROFUNDIDAD DE TRABAJO (cm)	FUERZA NECESARIA PARA LA LABOR (kN / m)	VELOCIDAD DE TRABAJO	
	PORCENTAJE DE			CLASIFICACION TEXTURAL				(m/s)	km/h
	ARENA	LIMO	ARCILLA						
ARADO	58	26	16	Franco	14.86	21.73	13.28	1.67	6.02
	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74	28.26	15.68	1.81	6.51
	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41	31.00	12.79	1.88	6.77
	46	34	20	Franco	18.35	17.03	17.52	1.99	7.17
	46	28	26	ajon-arcilloso-araren	10.63	27.13	16.30	1.93	6.95
RASTRA	58	26	16	Franco	14.86	11.26	1.60	1.91	6.86
	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74	22.20	2.09	2.00	7.20
	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41	19.79	5.86	1.91	6.89
	46	34	20	Franco	18.35	16.43	0.50	2.04	7.34
	46	28	26	ajon-arcilloso-araren	10.63	21.47	3.56	2.05	7.37
SEMBRADORA	58	26	16	Franco	14.86	12.53	0.52	1.94	6.97
	52	32	16	Migajon-arenoso	17.74	0.00	1.26	2.18	7.84
	64	20	16	Migajon-arenoso	17.41	18.50	2.67	2.12	7.63
	46	34	20	Franco	18.35	14.83	5.93	2.15	7.72
	46	28	26	ajon-arcilloso-araren	10.63	0	4.53	2.06	7.41

D A D
SEBRADORA

USTIBLE
SEBRADORA
5.50 C
7.08 C
8.75 BC
13.04 A
11.34 AB

E T A
SEBRADORA
2.29 C
7.52 C
13.77 BC
31.71 A
25.06 AB

TRABAJO
SEBRADORA
6.96 B
7.84 A
7.63 A
7.72 A
7.41 AB

TEXTURA	% HUMEDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Lts/h)		
		ARADO	RASTRA	SEBRADORA
Franco	14.86	28.70B	6.96 B	6.09 C
Migajón-arenoso	17.74	39.20 A	8.01 B	5.84 C
Migajón-arenoso	17.41	30.59 B	11.83 A	8.04 BC
Franco	18.35	25.96 B	5.19 B	11.12 A
Migajón-arcillo-arenoso	10.63	29.38 B	8.34 B	9.08 AB

TEXTURA	CONSUMO COMBUSTIBLE - C.TEORICA (L/ha)		
	ARADO	RASTRA	SEBRADORA
Franco	22.95	5.79 B	4.69 C
Migajón-arenoso	26.74	5.98 B	4.43 C
Migajón-arenoso	22.37	9.74 A	6.38 BC
Franco	19.91	3.67 B	9.07 A
Migajón-arcilloso-arenoso	23.3	6.84 AB	7.81 AB

SUELO	INDICE DISTUR. ENER. - C.EFECTIVA (ml/m³)		
	ARADO	RASTRA	SEBRADORA
Franco	14.25	6.19 A	4.90 B
Migajón-arenoso	15.83	3.83 BC	
Migajón-arenoso	9.91	5.97 AB	4.40 B
Franco	15.37	3.34 C	7.51 A
Migajón-arcilloso-arenoso	10.86	3.93 BC	

TEXTURA	INDICE DISTUR. ENER. - C.TEORICA (ml/m³)		
	ARADO	RASTRA	SEBRADORA
Franco	11.18	5.14 A	3.76 B
Migajón-arenoso	10.85	2.85 C	
Migajón-arenoso	7.22	4.90 AB	3.47 B
Franco	11.82	2.32 C	6.14 A
Migajón-arcilloso-arenoso	8.62	3.25 BC	

POTENCIA REQUERIDA POR METRO	
Kw	hP
18.51	24.82
21.61	28.98
18.66	25.02
42.61	57.13
28.20	37.81
5.38	7.21
7.90	10.60
19.49	26.13
2.15	2.88
15.85	21.26
1.71	2.29
5.61	7.52
10.27	13.77
23.65	31.71
18.69	25.07

Lugar de ubicación: Baño UAAAN.
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Arado Kimbal ARHK3
FECHA: 29 de Noviembre 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 13.766 min = 826 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 2.17 litros
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	P A T I N A J E			Vel. De trabajo y tiempo en cabeceras			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO				
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA PUNTO 1 a 80cm	1	2	3	4	5
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts	CABECERA 1	CABECERA 2		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	23.81	22.7	4.66	10.8		24.43	2.18	14	14	11	20	17
2	23.81	21.46	9.87	11.5	23.57	20.94	3.15	20	21	23.5	20.5	19.5
3	23.81	21.15	11.17	10.87	49.5	19.27	4.01	24	28.5	21.5	28	27.5
4	23.81	20.26	14.91	12.6	20.35	22.01	4.8	22	23.5	22	23	20
5	23.81	19.3	18.94	12.33	20.63	19.43	5.6	28.5	25	28.5	30.5	25.5
6	23.81	22	7.60	12	22.99		6.17	24	27	25	23.5	22
7	23.81	18.95	20.41	12.17			6.89	29	28	26.5	29	29
8	23.81	21.45	9.91	12.7			7.61	27	26	30	28	27
9	23.81	20.17	15.29	11.25			8.4	35	30	30	29	18
10	23.81	21.65	9.07	12.01			9.14	25.5	25.5	26	27	26.5
11	23.81	20.62	13.40	11.4			9.9	24	25	29.5	29	27.5

PATINAJE	VELOCIDAD	ancho de trabajo	Profundidad
12.29	6.67	0.97	24.86 cm.
	6.26	0.86	
	6.62	0.79	
	5.71	0.8	
	5.84	0.57	
	6.00	0.72	
	5.92	0.72	
	5.67	0.79	
	6.40	0.74	
	6.00	0.76	
	6.32		
	6.13	0.77	

Ct=	0.47 Ha/h	CC=	9.46	L/h
CE=	0.39 Ha/h	POTENCIA =	19.78	HP
E=	82.92 %	Pttf =	9.70	ml/m ³
		Pp =	2.43	HP
CRR =	0.09	Prr =	1.78	HP
		PN =	15.57	HP

Lugar de ubicación: Bajo UAAAN.
 TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
 IMPLEMENTO: Rastra JD MX221
 FECHA: 29 de Noviembre 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 5.15 min = 309 seg
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 700 ml
 VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
 Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	P A T I N A J E			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO			
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO 1(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	25.13	24.6	2.11	10.44		18.11	2.65				
2	25.13	23.3	7.28	10.63	14.85	19.69	4.77				
3	25.13	23.58	6.17	11.1	15.6		6.35	14.5	13.5	8	14.3
4	25.13	23.78	5.37	10.71			8.87				
5	25.13	23.87	5.01	11.34			10.06				

PATINAJE	VELOCIDAD		ancho de trabajo	Profundida	12.58 cm.
5.19	6.90		2.12		
	6.77		1.58		
	6.49		2.52		
	6.72		1.19		
	6.35				
	6.65		1.85		
Ct=	1.23	Ha/h	CC=	8.16	L/h
CE=	1.05	Ha/h	POTENCIA =	13.70	HP
E=	85.17	%	Pttf =	6.19	ml/m ³
			Pp =	0.71	HP
CRR =	0.15		Prr =	2.06	HP
			PN =	10.94	HP

Lugar de ubicación: Bajío UAAAN.
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Sembradora NH
FECHA: 29 de Noviembre 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 328.06 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 490ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	P A T I N A J E			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO REFERENCIA PUNTO 1.25(m)	PROFUNDIDAD DE TRABAJO									
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAGE	TIEMPO (s) EN 20 mts.	TIEMPO (s) CABECERA 1	TIEMPO (s) CABECERA 2		1		2		3		4		5	
	SIN CARGA	CON CARGA						L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	24.97	24.38	2.36	10.47		16.26	2.24	10.8	11	12.5	9.2	14.9	8	13.5	7.8	15.4	9.8
2	24.97	24.44	2.12	10.04	16.97	16.32	4.04	12.3	13.6	13.2	15.9	15.6	18.3	8.3	15.9	9.6	13.8
3	24.97	24.43	2.16	10.75	16.91		5.67	12.6	6.7	16	12.6	15.3	13.7	15.2	12.1	14.7	11.3
4	24.97	24.35	2.48	10.2			7.48	17.9	12.6	12.6	13.4	13.6	14.5	16.9	15.8	16.8	13.9
5	24.97	24.49	1.92	10.86			9.2	16	12.8	13.8	14.6	15.6	13.7	15.1	14.2	14.3	12.6

PATINAJE	VELOCIDAD		ANCHO TRABAJO	Profundidad =	13.4 cm.
2.21	6.88		1.8		
	7.17		1.63		
	6.70		1.81		
	7.06		1.72		
	6.63				
	6.89		1.74		
Ct=	1.20	Ha/h	CC=	5.38	L/h
CE=	0.99	Ha/h	POTENCIA	2.33	HP
E=	82.42	%	Pttf =	4.06	ml/m ³
			Pp =	0.05	HP
CRR =	0.15		Prr =	0.35	HP
			PN =	1.93	HP

Lugar de ubicación: Vivero de la UAAAN.

TRACTOR (marca y modelo): NH 6810

IMPLEMENTO: Arado Kimbal ARHK3

FECHA: 4 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 1074.35 seg

CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 2.997 ml

VELOCIDAD DE TRABAJO: 2000 RPM en 4 baja con doble tracción

Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO				
	DISTANCIA RECORRIDA (m)		% DE PATINAJE	TIEMPO (s) EN 20 mts.	TIEMPO (min) CABECERA 1	TIEMPO (s) CABECERA 2	REFERENCIA PUNTO 3.38(m)	1	2	3	4	5
	SIN CARGA	CON CARGA						(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.39	20.1	17.59	10.64		30.41	2.84	33	34	36	34	33
2	24.39	20.76	14.88	10.11	25.1	25.74	3.5	32	34	33		
3	24.39	21.64	11.28	9.56	22.09	24.68	4.1	32	33	32	31	30
4	24.39	19.94	18.25	11.41	19.97	51.21	4.8	34	33	35	32	34
5	24.39	21.69	11.07	10.56	22.43	19.06	5.4	32	32	33	31	32
6	24.39	21.2	13.08	9.79	32.66	16.2	6.1	38	38	35	37	38
7	24.39	21.22	13.00	10.11	29.5	17.25	6.7					
8	24.39	20.9	14.31	10.38			7.44	31	33	33	30.5	31
9	24.39	18.15	25.58	10.43			8.08	44	40	43	42	42
10	24.39	22.28	8.65	10.8			9.14	33	21	31	30	34
11	24.39	20.23	17.06	11.02			9.68	38	37	38	34	33
12	24.39	18.18	25.46	11.4			10.43	44	39	36	35	38
13	24.39	17.12	29.81	11.62			11.11	36	35	33	32	34
14	24.39	22.34	8.41	9.78			11.58	42	42	39	36	40

		PATINAJE	VELOCIDAD			ANCHO TRABAJO	Profundidad	34.87 cm.
		16.32	6.77			0.66		
tiempo promedio en 20 m	10.54					0.6		
						0.7		
						0.6		
						0.7		
tiempo total de cabeceras	336.3					0.6		
						0.74		
						0.64		
						1.06		
tiempo total en las 14 vueltas	738.05					0.54		
						0.75		
						0.68		
						0.47		
tiempo total de trabajo	1074.35					0.67		
		Ct=	0.46	Ha/h	POTENCIA =	22.66	HP	
		CE=	0.30	Ha/h	Pttf =	9.55	ml/m ³	
		E=	65.46	%	Pp =	3.70	HP	
		CC=	10.04	L/h	Prr =	2.04	HP	
		CRR =	0.09		PN =	16.93	HP	

Lugar de ubicación: Vivero de la UAAAN
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Rastra JD MX221
FECHA: 4 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 338 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 710 ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO			
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA PUNTO 1(m)	1	2	3	4
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	23.93	22.16	7.40	10.33		20.76	3.75				
2	23.93	23.25	2.84	10.15	18.17	19.60	5.45				
3	23.93	17.85	25.41	10.87	19.12		7.54	45	26	25	21
4	23.93	23.2	3.05	10.26			9.23				
5	23.93	18.88	21.10	10.46			11.13				

tiempo promedio en 20 m (s)	10.414	PATINAJE	VELOCIDAD		ANCHO TRABAJO	Profundidad	29.3 cm.
		11.96	6.97		1.70		
			7.09		2.09		
tiempo total de cabeceras (s)	77.65		6.62		1.69		
			7.02		1.90		
			6.88				
tiempo total en las 5 vueltas (s)	260.35		6.92		1.85		
tiempo total de trabajo (s)	338	Ct=	1.28	Ha/h	CC=	7.56	L/h
		CE=	0.96	Ha/h	POTENCIA =	11.09	HP
		E=	75.11	%	Pttf =	2.70	ml/m ³
					Pp =	1.33	HP
		CRR =	0.15		Prr =	1.66	HP
					PN =	8.10	HP

Lugar de ubicación: Vivero UAAAN
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Sembradora NH
FECHA: 4 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 4.75min = 285 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 558ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 2

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO REFERENCIAL PUNTO (m)	PROFUNDIDAD DE TRABAJO									
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)		1		2		3		4		5	
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2		L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	24.59	24.11	1.95	9.54		22.07	3.24										
2	24.59	24.3	1.18	9.10	19.30	11.84	5.40										
3	24.59	24.3	1.18	9.50	18.74		7.60										
4	24.59	24.31	1.14	9.28			9.70										
5	24.59	24.29	1.22	8.97			11.30										

PATINAJE VELOCIDAD

1.33

7.55

7.91

7.58

7.76

8.03

7.76

Ct=

1.56

Ha/h

CE=

1.14

Ha/h

E=

72.66

%

CRR =

0.15

ANCHO TRABAJO

2.16

2.20

2.10

1.60

2.02

CC=

7.05

L/h

POTENCIA =

8.91

HP

Pttf = #_iDIV/0! ml/m³

Pp =

0.12

HP

Prr =

1.34

HP

PN =

7.46

HP

Lugar de ubicación: A un lado del campo 1
 TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
 IMPLEMENTO: Arado Kimbal ARHK3
 FECHA: 9 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 14.6 min = 876 seg
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 3 litros
 VELOCIDAD DE TRABAJO: 2000 RPM en 4 baja con doble tracción
 Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO				
	DISTANCIA RECORRIDA (m)		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (min)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4	5
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO 1.96(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.6	22.75	7.52	9.17		14.62	3.13	25	30	30	35	
2	24.6	22.71	7.68	10.85	53.57	18.90	3.80	30	35	38	30	27
3	24.6	18.37	25.33	11.77	21.25	21.59	4.88	32	33	29	30	28
4	24.6	22.33	9.23	10.68	22.97	16.85	5.54	25	25	25	24	26
5	24.6	20.48	16.75	11.83	20.28	18.85	6.68	26	27	28	31	32
6	24.6	22.17	9.88	11.26	15.18	65.25	7.27	28	25	24	22	28
7	24.6	21.6	12.20	11.34			8.26	30	29	29	28	26
8	24.6	21.81	11.34	10.73			8.85	20	31	34	38	45
9	24.6	21.2	13.82	11.78			9.85	29	33	33	34	35
10	24.6	21.34	13.25	11.07			10.49	24	35	40	41	43
11	24.6	20.53	16.54	11.65			11.35	32	26	22	29	26
12	24.6	22.8	7.32	10.88			12.03	38	30	33	37	36

PATINAJE	VELOCIDAD	ANCHO TRABAJO	Profundidad	30.4 cm.
12.57	7.85	0.67		
	6.64	1.08		
	6.12	0.66		
	6.74	1.14		
	6.09	0.59		
	6.39	0.99		
	6.35	0.59		
	6.71	1.00		
	6.11	0.64		
	6.50	0.86		
	6.18	0.68		
	6.62			
	6.53	0.81		
Ct=	0.53	Ha/h	POTENCIA =	34.85 HP
CE=	0.37	Ha/h	Pttf =	10.96 ml/m ³
E=	70.06	%	Pp =	4.38 HP
CC=	12.33	L/h	Prr =	3.14 HP
CRR =	0.09		PN =	27.33 HP

Lugar de ubicación: a un lado del campo 1
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Rastra JD MX221
FECHA: 9 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 6.1 min = 366 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 1 litro
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO			
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO 0.81 M	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.4	20.6	15.57	12.40		24.53	2.90				
2	24.4	20.35	16.60	10.55	15.35	19.91	4.83				
3	24.4	23.2	4.92	10.14	48.68		6.92	22	24	18	21
4	24.4	23.9	2.05	9.80			7.94				
5	24.4	22.6	7.38	10.38			10.20				

PATINAJE	VELOCIDAD		ANCHO TRABAJO	Profundidad	21.25 cm.
9.30	5.81		1.93		
	6.82		2.09		
	7.10		1.02		
	7.35		2.26		
	6.94				
6.80			1.83		
Ct=	1.24	Ha/h	CC=	9.84	L/h
CE=	0.89	Ha/h	POTENCIA =	21.63	HP
E=	71.30	%	Pttf =	5.23	ml/m ³
			Pp =	2.01	HP
CRR =	0.15		Prr =	3.25	HP
			PN =	16.38	HP

Lugar de ubicación: a un lado del campo 1
 TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
 IMPLEMENTO: Sembradora NH
 FECHA: 9 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 4.883min = 293 seg
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 780ml
 VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
 Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO									
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE	TIEMPO (s) EN 20 mts.	TIEMPO (s) CABECERA 1	TIEMPO (s) CABECERA 2	REFERENCIA PUNTO 1.16 (m)	1		2		3		4		5	
	SIN CARGA	CON CARGA	PATINAJE					L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	24.94	24.45	1.96	9.47		18.56	2.10	11.50	17.50	10.5	15.5	9.3	16.3	13.3	16.5	14.0	14.3
2	24.94	24.43	2.04	9.25	15.29	19.19	4.05	16.70	16.30	19.3	11.9	18.3	13.2	16.9	16.2	17.3	15.9
3	24.94	24.28	2.65	9.31	14.22		5.86	17.90	18.30	16.5	16.7	19.3	19.5	19.3	17.3	18.3	15.3
4	24.94	24.64	1.20	9.34			7.80	17.50	16.50	19.3	18.2	17.8	15.9	18.9	15.7	16.5	17.1
5	24.94	24.3	2.57	9.47			9.56	13.90	20.30	15.5	21.7	13.6	22.0	16.9	22.9	19.5	20.5

PATINAJE VELOCIDAD

2.09

7.60

7.78

7.73

7.71

7.60

7.69

Ct= 1.43 Ha/h

CE= 1.11 Ha/h

E= 77.14 %

CRR = 0.15

ANCHO TRABAJO

1.95

1.81

1.94

1.76

1.87

CC= 9.58 l/h

POTENCIA = 20.39 HP

Pttf = 5.16 ml/m³

Pp = 0.43 HP

Prr = 3.06 HP

PN = 16.91 HP

Profundidad 16.8 cm.

Lugar de ubicación: atrás del campo de americano
 TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
 IMPLEMENTO: Arado Kimbal ARHK3
 FECHA: 11 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 8.35 min = 501 seg
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 3 litros
 VELOCIDAD DE TRABAJO: 2000 RPM en 4 baja con doble tracción
 Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO				
	DISTANCIA RECORRIDA (m)		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (min)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4	5
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO .94(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.95	23.94	4.05	9.55		11.88	2.69	14	17.5	16	20	17
2	24.95	23.34	6.45	10.22	29.51	20.44	3.79	14.5	15	16	12.5	12
3	24.95	23.6	5.41	10.05	17.17	13.25	4.85	17.5	16	15	17.5	18
4	24.95	23.35	6.41	9.69	18.40	12.10	5.91	17.5	15	14	16	13.5
5	24.95	22.5	9.82	10.64			7.16	15.5	15	16	12	15
6	24.95	22.6	9.42	10.04			8.29	19.5	22	25	25	20
7	24.95	23.12	7.33	10.63			9.50	16	15.5	13	14	16
8	24.95	21.8	12.63	9.85			10.72	16	16	21.5	18	13

PATINAJE	VELOCIDAD	ANCHO TRABAJO	Profundidad = 16.5 cm.
7.69	7.54	1.10	
	7.05	1.06	
	7.16	1.06	
	7.43	1.25	
	6.77	1.13	
	7.17	1.21	
	6.77	1.22	
	7.31		
	7.15	1.15	

Ct=	0.82	Ha/h	CC=	21.56	L/h
CE=	0.65	Ha/h	POTENCIA =	98.93	HP
E=	78.85	%	Pttf =	20.25	ml/m ³
			Pp =	7.61	HP
CRR =	0.09		Prr =	8.90	HP
			PN =	82.42	HP

Lugar de ubicación: atrás del campo de americano
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Rastra JD MX221
FECHA: 11 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 221.88 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 350 ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO			
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA PUNTO 1.63(m)	1	2	3	4
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.92	24.1	3.29	9.11		10.57	3.80				
2	24.92	24.17	3.01	10.15	8.23	11.98	5.87	24.30	21.7	14.6	23.3
3	24.92	24	3.69	9.39			7.92				
4	24.92	23.6	5.30	9.57			9.97				

						Profundidad		21 cm.
Tiempo promedio en 20 mts.	9.555	PATINAJE	VELOCIDAD		ANCHO TRABAJO			
		3.82	7.90		2.07			
			7.09		2.05			
Tiempo total de cabeceras	30.78		7.67		2.05			
			7.52					
			7.55		2.06			
Tiempo total en las 4 vueltas	191.1							
		Ct=	1.55	Ha/h	CC=	5.68	L/h	
Tiempo total	221.88	CE=	1.46	Ha/h	POTENCIA =	3.46	HP	
de trabajo		E=	94.08	%	Pttf =	1.85	ml/m ³	
					Pp =	0.13	HP	
		CRR =	0.15		Prr =	0.52	HP	
					PN =	2.81	HP	

Lugar de ubicación: atrás del campo de americano
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Sembradora NH
FECHA: 11 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 278.24 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 1 L
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO REFERENCIA PUNTO 2.25(m	PROFUNDIDAD DE TRABAJO									
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s) EN 20 mts.	TIEMPO (s) CABECERA 1	TIEMPO (s) CABECERA 2		1		2		3		4		5	
	SIN CARGA	CON CARGA						L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	25.33	24.62	2.80	9.28		11.31	3.10	13.1	15.1	12.7	16	13.1	14.9	13.4	14.7	10.5	15.2
2	25.33	24.5	3.28	9.39	8.38	11.51	5.00	13.9	13.6	12.3	13.7	12.4	14.3	13	13.6	13.9	13.4
3	25.33	24.48	3.36	9.76	8.74		6.62	17.3	18.1	17	16.5	17.7	17.1	18.1	15.3	18.3	13.5
4	25.33	24.46	3.43	9.47			8.75	13.5	18.3	14.3	18.6	14.5	18	14	16.6	15.3	18.3
5	25.33	24.62	2.80	9.76			10.35	10.1	6.5	9.8	8.1	9.9	9.3	9.7	9.6	10.5	8.9

Tiempo promedio en 20 mts 9.532

PATINAJE VELOCIDAD
3.13 7.76

ANCHO TRABAJO Profundidad 13.9 cm.
1.90

Tiempo total de cabeceras 39.94

7.67 1.62
7.38 2.13
7.60 1.60

Tiempo total en las 5 vueltas 238.3

7.38
7.56 **1.81**

Tiempo total de trabajo 278.24

Ct= 1.37 Ha/h CC= 12.94 l/h
CE= 1.16 Ha/h POTENCIA = 38.35 HP
E= 85.02 % Pttf = 7.99 ml/m³
Pp = 1.20 HP
Prr = 5.75 HP
CRR = 0.15 PN = 31.40 HP

Lugar de ubicación: a un lado de la represa
 TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
 IMPLEMENTO: Arado Kimbal ARHK3
 FECHA: 13 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 613.06seg
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 2.850 litros
 VELOCIDAD DE TRABAJO: 2000 RPM en 4 baja con doble tracción
 Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO				
	DISTANCIA RECORRIDA (m)		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (min)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4	5
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO .40(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.18	23.1	4.47	10.11		13.20	2.00	20.17	17	24	16	18
2	24.18	19.06	21.17	10.45	30.63	15.32	3.10	29	31	28	34	33
3	24.18	22.5	6.95	10.14	18.67	14.01	4.04	19	24	20	22	24
4	24.18	22.3	7.78	10.83	18.74	12.87	5.10	30	31	33	32	33
5	24.18	22.67	6.24	10.69	18.67		6.14	31	29	31	24	35
6	24.18	18.5	23.49	10.41			7.10	30	29	28	27	25
7	24.18	22.14	8.44	10.12			8.09	17	16	16	15	16
8	24.18	20.91	13.52	11.07			9.10	41	33	31	29	30
9	24.18	20.8	13.98	10.37			9.65	27	26	22	23	27

Profundidad = 26.14 cm.

PATINAJE	VELOCIDAD	ANCHO TRABAJO
11.78	7.12	1.10
	6.89	0.94
	7.10	1.06
	6.65	1.04
	6.74	0.96
	6.92	0.99
	7.11	1.01
	6.50	0.55
	6.94	
	6.89	0.96

Ct=	0.66	Ha/h	CC=	16.74	L/h
CE=	0.53	Ha/h	POTENCIA=	62.48	HP
E=	80.26	%	Pttf =	12.12	ml/m ³
			Pp =	7.36	HP
CRR =	0.09		Prr =	5.62	HP
			PN =	49.50	HP

Lugar de ubicación: aun lado de la represa
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Rastra JD MX221
FECHA: 13 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 234.38 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 670 ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO			
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1	2	3	4
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO .83(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	24.75	23.1	6.67	9.94		13.16	3.20				
2	24.75	23.1	6.67	9.96	8.33	11.14	5.45	17	17	17	22
3	24.75	23.4	5.45	9.94			7.72				
4	24.75	21.93	11.39	10.51			9.94				

Profundidad = 17 cm.

PATINAJE	VELOCIDAD	ANCHO TRABAJO
7.55	7.24	2.25
	7.23	2.27
	7.24	2.22
	6.85	
	7.14	2.25

Ct=	1.60	Ha/h	CC=	10.29	L/h
CE=	1.38	Ha/h	POTENCIA=	23.92	HP
E=	86.16	%	Pttf =	4.38	ml/m ³
			Pp =	1.80	HP
CRR =	0.15		Prr =	3.59	HP
			PN =	18.52	HP

Lugar de ubicación: aun lado de la represa
TRACTOR (marca y modelo): NH 6810
IMPLEMENTO: Sembradora NH
FECHA: 13 de diciembre del 2003

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 308.26 seg
CONSUMO DE COMBUSTIBLE TOTAL: 490 ml
VELOCIDAD DE TRABAJO: 1900 RPM en 4
Parcela Número: 1

NUMERO DE VUELTA	PATINAJE			VEL. DE TRABAJO Y TIEMPO EN CABECERAS			ANCHO TRABAJO	PROFUNDIDAD DE TRABAJO									
	DISTANCIA RECORRIDA		% DE PATINAJE	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	TIEMPO (s)	REFERENCIA	1		2		3		4		5	
	SIN CARGA	CON CARGA		EN 20 mts.	CABECERA 1	CABECERA 2	PUNTO 1.10(m)	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	25.17	24.8	1.47	10.15		12.37	2.43										
2	25.17	24.3	3.46	13.33	10.74	12.22	4.40										
3	25.17	23.99	4.69	9.64	11.18		6.13										
4	25.17	23.9	5.05	11.03			7.83										
5	25.17	24.3	3.46	8.20			9.56										

PATINAJE	VELOCIDAD	ANCHO TRABAJO
3.62	7.09	1.97
	5.40	1.73
	7.47	1.70
	6.53	1.73
	8.78	
	7.05	1.78

Ct=	1.26	Ha/h	CC=	6.73	L/h
CE=	1.05	Ha/h	POTENCIA=	7.61	HP
E=	83.59	%	Pttf =	#¡DIV/0!	ml/m ³
			Pp =	0.28	HP
CRR =	0.15		Prr =	1.14	HP
			PN =	6.19	HP