



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**“ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS
AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO
DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN S.A.”**

Jonatan René Ixcot Carrillo

Asesorado por el Ing. Oscar Eduardo Maldonado de la Roca

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS,
SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA
FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN S.A.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONATAN RENÉ IXCOT CARRILLO

ASESORADO POR EL ING. OSCAR EDUARDO MALDONADO DE LA ROCA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paíz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS,
SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA
FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN S.A.”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 5 de septiembre de 2005.

Jonatan René Ixcot Carrillo



Santa Lucía Cotzumalguapa 09 de Junio de 2,006

Ingeniero
Edwin Esturado Sarceño Zepeda
Supervisor de E.P.S.
Facultad de Ingeniería
Univesidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Por este medio me dirijo a usted, para informarle sobre el trabajo de E.P.S. realizado por el estudiante Jonatan René Ixcot Carrillo, basado sobre el tema titulado: ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN.

Cumpliendo con los requisitos que me fueran asignados como asesor de dicho trabajo, he procedido a revisar el mismo y una vez hechas las consideraciones y correcciones del caso, considero que el mismo cumple con los requisitos requeridos y asignados. No está demás informarle que los resultados son de beneficio para el Ingenio La Unión ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa departamento de Escuintla, Guatemala.

Atentamente,

Ingeniero Oscar Eduardo Maldonado de la Roca
Superintendente de Taller Agrícola y Automotriz del Ingenio La Union
Asesor Colegiado Activo No. 2823

c.c.: Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

"Inda por ti Carlingita Mía"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 24 de octubre de 2006
Ref. EPS. C. 574.10.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **JONATAN RENÉ IXCOT CARRILLO**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN"**.

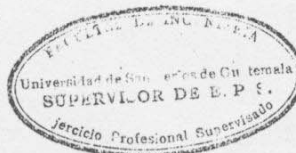
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Da y Enseñad a Todos"



Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

EESZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

"Todo por ti Carolingia Mía"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006 Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 24 de octubre de 2006
Ref. EPS. C. 574.10.06

Ing. Fredy Monroy
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Monroy,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JONATAN RENÉ IXCOT CARRILLO**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Oscar Eduardo Maldonado De la Roca y supervisado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

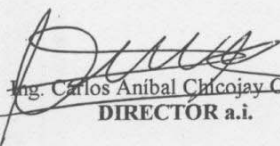


FACULTAD DE INGENIERIA

"Todo por ti Carolingia mía"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su nacimiento

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado, al trabajo de graduación, **ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN**, del estudiante **Jonatan René Ixcot Carrillo**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
DIRECTOR a.i.



Guatemala, octubre de 2006.

/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.474.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ORDENAMIENTO EN LA APLICACIÓN DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, SEGÚN LA POTENCIA NECESARIA PARA SU USO DENTRO DE LA FLOTA DE TRACTORES DE INGENIO LA UNIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Jonatan René Ixcot Carrillo** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos
DECANO



Guatemala, Noviembre 8 de 2006

/gdech

Hecho por la Caratula Mía
Dr. Carlos Martínez Durán
2006 Centenario de su Nacimiento

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por darme la oportunidad de vivir y no dejarme perder la fe.
Mis Padres	Guadalupe Carrillo y Arturo Ixcot, por su amor, esfuerzo y buena educación, lograron en mí el que pueda ser un hombre de bien.
Mis Hermanos	Diana Y Rony, por su amor, enseñanzas y ser el ejemplo de éxito para que pueda ser visionario y emprendedor.
Mi abuelita	Por quererme tanto y enseñarme a valorar la vida.
Mis tíos (as) y primos (as)	Por demostrarme su amor y compartir conmigo tantos momentos lindos que jamás podré olvidar.
Mis amigos (as)	José Luís Domínguez, Samuel Ochoa, Omar Cifuentes, Daniel Ovalle, Omar Zaldivar, Edgar Escobar, Sergio Cifuentes, Valter Robles, Christopher Ruano, Edy Gonzáles, Daniel Guzmán, Andrés

Marroquín, Andrés Monzón, Ervin Gutiérrez, Susana Acosta, Diana Estrada, Ana Lucia Ochoa, Maria José Gonzáles, pues hemos compartido momentos de tristeza, felicidad, lucha y estudio brindándome todo su apoyo; gracias por ser parte de mi historia los llevaré siempre en mi corazón.

Facultad de Ingeniería

Por darme el conocimiento y sabiduría para poder desempeñarme como profesional ante la sociedad

**Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por brindarme el derecho y oportunidad de poder estudiar y servir mi patria, juro siempre poner en alto tu nombre

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XXXV
OBJETIVOS.....	XXXVII
INTRODUCCIÓN.....	XXXIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Mecanización Agrícola.....	1
1.2 Mecanización de operaciones de campo.....	2
1.3 Motor de combustión interna.....	2
1.4 Máquina agrícola.....	3
1.5 Tractor.....	3
1.6 Conceptos generales de potencia y unidades.....	4
1.6.1 Trabajo.....	4
1.6.2 Potencia.....	6
1.6.3 Unidades de potencia.....	8
1.6.3.1 Caballo de fuerza.....	8
1.6.3.2 Caballo de vapor.....	9
1.6.3.3 Vatio.....	9
1.7 Formas de potencia.....	11
1.7.1 Potencia lineal.....	11
1.7.2 Potencia rotatoria.....	13
1.8 Cilindro hidráulico de doble efecto.....	15

1.8.1 Fuerza y velocidad de trabajo de un cilindro.....	15
2 GENERALIDADES.....	17
2.1 Distribución de flota de tractores agrícolas del Ingenio la Unión.....	18
2.1.1 Clasificación por serie y potencia.....	19
2.1.2 Tabla de actividades que elaboran.....	22
2.1.2.1 Ingeniería agrícola.....	23
2.1.2.2 Labores de cultivo.....	24
2.1.2.3 Cosecha.....	25
2.1.2.4 Trabajos varios.....	25
2.2 Máquinas enganchadas al tractor.....	27
2.2.1 De tiro.....	27
2.2.2 Integrales.....	28
2.2.3 Semi-integrales.....	28
2.3 Distribución de implementos.....	29
2.3.1 Clasificación de implementos por aplicación y peso.....	29
2.3.2 Tabla de actividades que elaboran.....	49
2.4 Proyección de la flota de tractores.....	50
2.4.1 Organización dentro del departamento.....	50
2.4.2 Misión y Visión de la organización.....	52
2.5 Clasificación y descripción de los tractores agrícolas.....	52
2.5.1 clasificación de los tractores utilizados.....	52
2.5.1.1 Por rodado.....	53
2.5.1.1.1 Tractor de orugas o carriles.....	54

2.5.1.1.2 Tractor de ruedas	
Neumáticas.....	56
2.5.1.2 Por tracción.....	57
2.5.1.2.1 Tractor de dos ruedas	
motrices.....	57
2.5.1.2.2 Tractor de cuatro ruedas	
motrices.....	57
2.5.1.3 Por su especialización agrícola.....	59
2.5.1.3.1 Tractor estándar.....	59
2.5.1.3.2 Tractores altos.....	59
2.6 Descripción del motor.....	59
2.6.1 Modelos.....	60
2.7 Mantenimiento del tractor agrícola.....	61
2.7.1 El Mantenimiento.....	61
2.7.2 Mantenimiento preventivo.....	62
2.7.3 Operaciones de mantenimiento preventivo	
del tractor agrícola.....	62
2.7.4 Inspecciones.....	66
2.7.5 Visitas.....	66
2.7.6 Mantenimiento correctivo.....	67
2.7.6.1 Costo de mantenimiento.....	67
3 FASE TÉCNICO – PROFESIONAL.....	71
3.1 Datos de trabajo de la flota de tractores, según su división.....	71
3.1.1 Horas de trabajo.....	71
3.1.2 Tipo de terreno.....	71
3.1.3 Velocidad de trabajo.....	75
3.1.4 Consumo de combustible.....	76

3.2 Potencia del tractor.....	79
3.2.1 Importancia de conocer la potencia de los tractores.....	79
3.2.2 Formas de medir la potencia en los tractores agrícolas.....	80
3.3 Sistemas de enganche del tractor y mecanismos de transmisión de potencia.....	84
3.3.1 Potencia de la barra de tiro.....	85
3.3.2 Potencia del la toma de fuerza.....	87
3.3.3 Potencia hidráulica.....	89
3.4 Tipo de neumáticos.....	93
3.5 Lastrado del tractor.....	94
3.5.1 Patinaje óptimo.....	98
3.5.2 La carga adecuada.....	99
3.5.3 Presión.....	101
3.6 Tamaño de los neumáticos traseros y delanteros.....	102
3.6.1 Llenado con agua.....	102
3.6.2 Dimensiones de un neumático.....	103
3.6.3 Tipos de neumático.....	103
3.6.4 Qué neumático elegir.....	104
3.7 Especificaciones del tractor, según datos de campo.....	105
3.7.1 Peso total del tractor sobre báscula del ingenio la Unión	105
3.8 Potencia según datos matemáticos.....	107
3.8.1 Factores a considerar para el cálculo de los requisitos de potencia teórica.....	110
3.8.2 Pérdidas de potencia por fricción.....	113
3.8.3 Pérdidas de potencia por sobrepeso.....	114

3.8.4 Pérdidas de potencia por la geografía del área de trabajo.....	114
3.9 Gráficas.....	115
3.9.1 Potencia respecto al tipo de terreno.....	115
3.9.2 Potencia disponible dentro de la flota.....	116
3.9.3 Comprobación de pérdidas de potencia.....	118
3.9.4 Paros más comunes por reparación.....	118
3.9.5 Disponibilidad de potencia dentro de cada área.....	120
3.9.6 Tipo de tracción dentro de la flota de tractores.....	121
3.9.7 Desarrollo de las pruebas de campo.....	122
3.9.7.1 Características generales del equipo agrícola utilizado.....	123
3.9.7.2 Características del sitio de evaluación.....	124
3.9.7.3 Desempeño de la configuración de Tractor – Implemento.....	124
CONCLUSIONES.....	133
RECOMENDACIONES.....	135
BIBLIOGRAFÍA.....	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Secuencia de las prácticas convencionales para el cultivo agroindustrial de la caña de azúcar.....	1
2	Tractor agrícola.....	3
3	Cilindro de doble efecto.....	15
4	Diagrama de transmisión de potencia.....	18
5	Ciclo de cultivo convencional de la caña de azúcar.....	22
6	Implemento arrastrado.....	27
7	Implemento suspendido.....	28
8	Implemento semi-suspendido.....	29
9	Combinación tractor- Rastra rompedora.....	31
10	Combinación tractor- Rastra pulidora.....	31
11	Combinación tractor- Surcador de cuatro cuerpos.....	33
12	Subsolador.....	34
13	Zanjador.....	35
14	Tapadora de semilla.....	36
15	Traíllas.....	37
16	Traíllas.....	38
17	Niveladora trasera.....	39
18	Rotavator.....	40
19	Rastra de cultivo.....	42
20	Abonadora.....	44
21	Abonocultivadora.....	46
22	Aguilón.....	48

23	Relación máquina-suelo.....	50
24	Organigrama del Taller Automotriz y Agrícola del Ingenio La Unión.....	51
25	Compactación causada por el peso del tractor.....	53
26	Compactación superficial causada por la presión de los neumáticos y orugas de los tractores.....	53
27	Tractor de orugas.....	55
28	Tractor de ruedas neumáticas.....	56
29	Distribución de peso en los tractores agrícolas.....	58
30	Conjunto de la cadena de un tractor de oruga o carriles.....	78
31	Requerimientos para medir la potencia bruta al volante de un tractor por medio de un dinamómetro.....	81
32	Requerimientos para medir la potencia neta al volante de un tractor por medio de un dinamómetro.....	82
33	Requerimientos para medir la potencia bruta a la toma de fuerza de un tractor por medio de un dinamómetro... ..	83
34	Utilización de la potencia, rodado adecuado y control de carga del tractor agrícola.....	84
35	Barra de tiro.....	85
36	Eje de toma de fuerza del tractor agrícola.....	88
37	Accionamiento de la toma de fuerza.....	88
38	Enganche de tres puntos o enganche integral del tractor.....	91
39	Detalle del elevador hidráulico del tractor.....	91
40	Importancia de la elección correcta de los neumáticos de un tractor.....	96
41	Distribución correcta de peso de los tractores.....	94
42	Lastrado del tractor con agua.....	97
43	Tractores de oruga patinan menos que los tractores de neumáticos.....	98

44	Rango aproximado de velocidad de trabajo de un tractor según su carga.....	100
45	Presión de los neumáticos.....	101
46	Tipos de neumáticos.....	104
47	Combinación del conjunto tractor-implemento utilizando un dinamómetro hidráulico para hallar la potencia requerida.....	108
48	Rendimiento del motor del tractor según el tipo de terreno donde trabaja.....	115
49	Disponibilidad actual de potencia dentro de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.....	116
50	Disponibilidad actual de de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A. según su serie.....	117
51	Incremento del número de reparaciones con la edad del tractor.....	119
52	Disponibilidad actual de potencia dentro de la flotilla de tractores para ingeniería agrícola.....	120
53	Disponibilidad actual de potencia dentro de la flotilla de tractores para labores de cultivo.....	120
54	Disponibilidad actual de potencia dentro de la flotilla de tractores para trabajos varios.....	121
55	Tracción disponible dentro de la flota de tractores del Ingenio La Unión S.A.....	122
56	Combinación del conjunto Tractor-Abonocultivadora para efectuar pruebas de campo con dinamómetro hidráulico acoplado entre el tractor y el implemento.....	125
57	Dinamómetro hidráulico enganchado.....	126

TABLAS

I	Unidades de conversión.....	10
II	Distribución de tractores del Ingenio La Unión.....	20
III	Distribución de tractores de ingeniería agrícola.....	23
IV	Distribución de tractores de labores de cultivo.....	24
V	Distribución de tractores de Cosecha.....	25
VI	Distribución de tractores de trabajos varios.....	26
VII	Cantidades totales de tractores por departamento.....	26
VIII	Especificaciones de rastras rompedoras y pulidoras.....	32
VIX	Especificaciones de surcadores.....	33
X	Especificaciones de subsoladores.....	35
XI	Especificaciones de zanjadores.....	36
XII	Especificaciones de tapadoras de semilla.....	37
XIII	Especificaciones de Traíllas.....	38
XIV	Especificaciones de cilindro de pizones.....	39
XV	Especificaciones de niveladora trasera.....	40
XVI	Especificaciones del rotavator.....	41
XVII	Especificaciones del peine.....	41
XVIII	Especificaciones de las rastras de cultivo.....	42
XIX	Especificaciones de las abonadoras.....	45
XX	Especificaciones de las abonocultivadoras.....	46
XXI	Especificaciones de depósitos agroquímicos.....	47
XXII	Especificaciones de los aguilones.....	48

XXIII	Actividades que se desarrollan con el uso de implementos agrícolas dentro de cada departamento.....	49
XXIV	Especificaciones técnicas de los diferentes modelos de tractores agrícolas utilizados en la producción de caña de azúcar.....	60
XXV	Mantenimiento diario del tractor agrícola.....	63
XXVI	Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 50 horas de trabajo.....	64
XXVII	Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 250 horas de trabajo.....	65
XXVIII	Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 500 horas de trabajo.....	66
XXIX	Factores típicos de resistencia al rodamiento.....	72
XXX	Código de velocidad según la clase de neumático que se utilice en el tractor.....	104
XXXI	Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.....	105
XXXII	Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.....	107
XXXIII	Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.....	107
XXXIV	Desempeño del conjunto Tractor – Implemento.....	110
XXXV	Disponibilidad actual de potencia dentro de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.....	116
XXXVI	Disponibilidad actual de de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A. según su serie.....	117
XXXVII	Desempeño del conjunto Tractor – Implemento evaluado.....	131
XXXVIII	Combinación del Conjunto Tractor – Implemento.....	132

GLOSARIO

Abono

Sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato a nivel nutricional para las plantas arraigadas en éste.

Aceite del motor

Trabaja para evitar la pérdida de energía debido a la fricción generada por las partes internas del motor durante su funcionamiento y para proteger al motor de recalentamientos y desgastes de las superficies en contacto.

Aceite de transmisión

Evita la pérdida de energía y desgaste que se genera cuando existe fricción en el convertidor de torsión, las placas de embrague cuando enganchan, y la fricción normal creada por los engranajes y cojinetes. La clase de aceite de transmisión que debe utilizar cada vehículo depende de las especificaciones del fabricante. Usar el tipo incorrecto de aceite puede afectar el funcionamiento de la transmisión, haciendo los cambios más ásperos o provocando que la transmisión se deslice bajo carga pesada, lo que puede acelerar el desgaste del embrague.

Acelerador

Básicamente funciona según la posición del pedal y corresponde con una única posición de la mariposa. La relación entre el recorrido del pedal y el recorrido de la mariposa determinan el comportamiento del motor.

Actividad Agrícola

Proceso relacionado con la cadena de producción para un cultivo agrícola.

Adhesividad

La adhesividad mide la fuerza interna de un adhesivo en el mismo plano de la adherencia.

Admisión

Es la primera fase del ciclo para un motor de cuatro tiempos cuando funcionan los cilindros, durante la cual entra la mezcla (gasolina o aire en el caso Diesel).

Agroindustria

Es un sistema dinámico que implica la combinación de dos procesos productivos, el agrícola y el industrial, para transformar de manera rentable los productos provenientes del campo.

Aperos

Instrumentos dedicados a tareas desarrolladas en el campo agrícola.

Aporque

Práctica cultural que consiste en retirar tierra de la calle o entresurco para colocarla en el surco de siembra, permitiéndole a la planta un mayor anclaje y resistencia al volcamiento, a la vez que evita la excesiva humedad al pie de la planta. El riego que inicialmente se realizaba por el fondo del surco de siembra, se cambia para el entresurco o calle.

Ballesta

Resorte utilizado en la suspensión compuesto por una serie de láminas superpuestas y unidas por argollas. Se intercala entre la rueda y la carrocería del vehículo y absorbe las irregularidades del terreno. La cantidad y firmeza de las ballestas están en función de la carga que tienen que soportar. Tienen un recorrido mucho menor que los muelles helicoidales pero soportan grandes esfuerzos. Se utilizan principalmente en vehículos industriales y todo terreno.

Barras de dirección

Complementan al sistema de dirección permitiendo así los cambios de posición de las ruedas.

Bomba de inyección

La bomba de inyección bombea el combustible bajo alta presión para cada uno de los cilindros de acuerdo con la secuencia de encendido. Esta bomba es movida por la rotación del cigüeñal vía engranaje de distribución. La bomba de inyección consiste de un gobernador que controla la cantidad de inyección de combustible de acuerdo con la velocidad del motor y la cantidad que el pedal del acelerador sea presionado, un sincronizador controla la distribución de la inyección de acuerdo con la velocidad del motor, y una bomba alimentadora que toma el combustible y bombea ésta afuera bajo presión.

Bujías de ignición

Componente eléctrico con dos electrodos separados por un pequeño espacio, a través del cual se produce la chispa que inflama la mezcla en los cilindros. Es el eslabón final del circuito secundario, la bujía se atornilla dentro de la cámara de combustión. La corriente fluye a través del electrodo central y salta la abertura hasta el electrodo conectado a tierra, para encender la carga de aire y gasolina.

Caja de cambios

También suele ser llamada caja de velocidades esta formada por engranajes que establecen la relación de velocidad de rotación que existe entre el cigüeñal y el árbol de transmisión o cardán.

Carrera

Es la distancia que recorre el pistón hacia arriba o hacia abajo en su cilindro.

Caudal Volumétrico

Es el cociente entre el volumen que pasa por una determinada sección o área y el tiempo que demora en pasar ese volumen.

Cigüeñal

Árbol o eje principal de un motor en donde van conectadas las bielas de los pistones, para convertir el movimiento recíproco de éstos en movimiento circular.

Cilindro

Cámara en forma de tubo, dentro de la cual va y viene el émbolo donde se efectúa la explosión que hace moverse el cigüeñal.

Cilindro hidráulico

Es el dispositivo más comúnmente utilizado para conversión de la energía. Esta en función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema hidráulico donde se utilice el cilindro hidráulico.

Cilindro hidráulico de doble efecto

Realizan un movimiento de traslación en los dos sentidos lo que dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Cohesión

Es la atracción entre moléculas que mantiene unidas las partículas de una sustancia.

Compresión

En los motores de combustión interna, se denomina a la reducción a menor volumen de la mezcla combustible admitida en la cámara de combustión, mediante el avance del pistón hacia la culata del cilindro.

Consumo de Combustible	Es la relación que existe entre el combustible que se introduce a la cámara de combustión para ser quemado y suministrar una determinada unidad de potencia y durante una unidad de tiempo determinada.
Correa	Elemento de hule con fibra reforzada generalmente con una sección transversal en V; usada para mover varios accesorios como el alternador, aire acondicionado, compresor y bomba de agua.
Costo operativo	Es una expresión en dinero del conjunto de erogaciones insumidas para conjugar los factores de producción que se requieren para una determinada práctica. Se trata por lo tanto de erogaciones insumidas y no necesariamente gastada en efectivo.
Cremallera	Es una rueda cilíndrica de diámetro infinito con dentado recto o helicoidal, Generalmente de sección rectangular.

Cuatro ruedas motrices

Sistema por el cual todas las ruedas pueden transmitir la fuerza del motor.

Cultivo de caña

Cultivo altamente productivo por su eficiencia en los mecanismos de producción de biomasa. Es perenne, de bajos insumos, alta resistencia y adaptable a diferentes condiciones agroecológicas. Cultivo ecológicamente benigno, protege el suelo y actúa como un bosque absorbiendo bióxido de carbono. Permite desarrollar sistemas de producción agropecuario y/o industriales con energía renovable.

Desgaste

Deterioro progresivo de una materia como consecuencia del uso o del roce.

Dinamómetro

Aparato que mide las fuerzas o los pesos. Para medir la potencia de salida del cigüeñal se utiliza un dinamómetro de motor y uno de chasis para medir la fuerza de las ruedas motrices.

Dinamómetro hidráulico	Dispositivo destinado a medir la fuerza de tracción o la fuerza requerida de un implemento agrícola.
Dirección hidrostática	Reduce el esfuerzo de giro y el fuerte eje de dirección instalado sobre los amortiguadores elásticos que aumentan notablemente la estabilidad de marcha y a su vez lo protegen de golpes o accidentes fortuitos.
Electrolitos de batería	Estos al entrar en contacto con una lámina de metal, usualmente de plomo y conocida como electrodo, producen reacciones químicas que liberan energía, la cual es transmitida por el mismo electrodo.
Embrague	Se encuentra entre el motor y la caja de cambios y su función consiste en acoplar y desacoplar estos dos elementos.
Encalle de residuos	Es la forma como se organizan dentro del campo los residuos que quedan de la cosecha.

Energía

Capacidad de los cuerpos o conjunto de éstos para efectuar un trabajo.

Energía mecánica

Es la forma de energía asociada a los cambios en el estado mecánico de un cuerpo o de una partícula material, así mismo es la suma de la energía cinética y la potencial.

Energía Química

La energía química es una manifestación más de la energía. En concreto, es uno de los aspectos de la energía interna de un cuerpo y, aunque se encuentra siempre en la materia, sólo se nos muestra cuando se produce una alteración íntima de ésta.

Engranar

Encajar los dientes de una rueda.

Escape

Tiempo del ciclo en el cual los gases quemados o residuos de la combustión, son expulsados del cilindro en un motor de combustión interna.

Esfuerzo de tracción	Conjunto de dos fuerzas normales iguales y opuestas que tienden a producir el alargamiento de la pieza o elemento en que actúan.
Fertilización	Satisface los requerimientos de nutrientes del cultivo en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad.
Flexión	Acción y efecto que ocurre por doblar o doblarse
Frenos	Son utilizados para detener vehículos o máquinas.
Frenos dinamométricos portátiles	Son utilizados para ensayos de potencia en campo de los tractores y máquinas agrícolas, con el fin de determinar las características técnicas de los mismos y evaluar su eficacia, juntamente con la medida de consumo.
Fricción	Resistencia que se opone al deslizamiento de un cuerpo sobre otro, o también a la fuerza que aparece en la superficie de contacto de dos cuerpos, cuando se intenta deslizar uno sobre

otro, que se genera en la superficie de contacto entre los cuerpos y que se opone al movimiento entre ellos.

Filtro de aire

Aparato de papel plegado o impregnado con resina el cual retiene las partículas.

Filtro de combustible

Envase pequeño que sirve para filtrar la nafta de suciedades que puedan tapar el sistema de alimentación de combustible del motor.

Filtro de sistema hidráulico

Minimiza el desgaste de los componentes de la transmisión y sistema hidráulico removiendo los contaminantes abrasivos del aceite

Fuerza

Aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y es muy importante cuando se estudia el movimiento de los cuerpos.

Fuerza de tracción

Es una característica utilizada para indicar la fuerza del automatismo.

Humedad

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o el grado de humedad.

Implementos agrícolas

Son los numerosos instrumentos y herramientas creados para cultivar la tierra y que tienen por objeto facilitar la ejecución de las diferentes faenas agrícolas.

Inyector

Componente del sistema de inyección encargado de la inyección del combustible al interior del cilindro o al conducto de admisión del mismo o en el caso de los diesel a la cámara de precombustión.

Labores de campo

Tareas que se realizan dentro de una producción agrícola con la finalidad de fortalecer eficientemente dicha producción.

Lastre sólido

Pesos que se ponen en la parte frontal del tractor para equilibrarlos y evitar que vuelquen.

Lastre liquido

Es utilizado en los neumáticos sin cámara de los tractores este liquido puede ser agua y cloruro de calcio lo que ayuda a la maquina a tener un mejor agarre y menos patinaje.

Manómetro

Aparato que sirve para medir la presión de gases o líquidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los metálicos.

Mantenimiento correctivo

Servicios de reparación en ítems con falla; es decir este mantenimiento se realiza cuando se detecta la falla o cuando ya ocurrió.

Mantenimiento de acequias

Servicio que se le da a la acequia que contribuye a conservar el suelo en combinación con camellones, barreras vivas y otras tecnologías dividiendo el área de trabajo en pendientes cortas.

Mantenimiento predictivo

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de

síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

Mantenimiento preventivo

Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas. Este mantenimiento se realiza con una frecuencia dependiendo de la criticidad del equipo.

Máquina

Es un conjunto de piezas (órganos o elementos) móviles y no móviles, que por efecto de sus enlaces son capaces de transformar la energía

Mariposa

Placa circular colocada en la parte inferior de la garganta del carburador y conectada al pedal del acelerador, la cual controla la mezcla.

Motor de gasolina

Motor de combustión interna que produce cuatro movimientos de pistón, llamados de admisión, de compresión, de explosión o fuerza y de escape o expulsión.

Motor Diesel

Motor de combustión interna que funciona con un principio de compresión de aire en el cilindro (el cual aumenta su temperatura por la compresión) y una inyección de combustible (aceite combustible) posterior, no tiene bujías de ignición.

Motobombas

Utilizadas para el riego del cultivo de caña de azúcar, están equipadas por un motor diesel de cuatro tiempos y una bomba para la aspersión

Motor en vacío

El permitir que el motor funcione en vacío a bajas velocidades provoca un consumo ineficiente del combustible y podría causar acumulación de carbón en el motor.

Múltiple de admisión

Es aquel que deja pasar la mezcla combustible a los cilindros en un motor de gasolina o aire en un motor diesel. La parte del motor en donde se asienta el carburador. Es una serie de cámaras que conducen del carburador a los diversos cilindros, con el propósito de dirigir la carga hacia las cámaras de combustión.

Múltiple de escape

Es por donde se escapan de los cilindros del motor, los gases quemados o residuos de la combustión. Unido a un costado del motor por donde salen de los cilindros los gases del escape, los conduce al tubo de escape.

Operador agrícola

Es el encargado de cumplir con las tareas de campo que se le son asignadas durante las fases mecanizadas de producción.

Plasticidad

Capacidad que poseen algunos materiales, consistente en dejarse deformar al presionarlos, conservando la nueva forma.

Piñón

Engrane de diferentes formas, conectado al eje propulsor (cardán), que mueve la corona diferencial.

Pistón

Pieza metálica deslizable que se encuentra dentro del cilindro y que se acciona mediante la presión hidráulica, mecánica o de los gases de combustión.

Potencia

Capacidad para ejercer una fuerza.

Potencia del motor

Es el producto de la fuerza por la distancia donde se aplica el torque del motor (fuerza medida por la balanza por el largo de la palanca) como la potencia es el torque por unidad de tiempo, se puede determinar la potencia desarrollada por este motor.

Potencia del tractor

Constituye la principal fuente de potencia móvil para realizar de las diferentes operaciones de campo a las que es sometido.

Presión

Es la medida de la fuerza sobre unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

Programa de mantenimiento

Conlleva a un funcionamiento eficiente de la maquinaria, y además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de la maquinaria sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

Producción agraria

Obtención de frutos o bienes de la naturaleza.

**Propiedades físico-mecánicas
del suelo**

Son halladas según análisis que se efectúen en el terreno que se desea explotar, relaciona la tensión agua, capacidad de soporte, cohesión interna y fricción interna que posee el suelo.

Radiador

Componente del sistema de enfriamiento que disipa el calor del motor.

Ralentí

Número de revoluciones por minuto mínimo a que se ajusta un motor para mantener su funcionamiento de forma estable aunque no se esté accionando el acelerador.

Reductores

Elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura

Refrigerante

Ayuda a eliminar el calor del motor.

Relación de compresión

Término con que se denomina a la fracción matemática que define la proporción entre el volumen de admisión y el volumen de compresión.

Rendimiento térmico del motor

Es una cifra que nos indica el porcentaje de aprovechamiento que un motor realiza sobre el combustible que consume.

Resistencia a la compresión

Es la resistencia al conjunto de fuerzas que se aplican sobre su parte superior de una superficie.

Suspensión

Conjunto de elementos que se colocan entre las ruedas y la carrocería de un vehículo y sirven para absorber las irregularidades del terreno.

Termostato

Mecanismo empleado en el sistema de refrigeración para controlar el caudal de líquido refrigerante que se desvía hacia el radiador.

Tolva

Depósito para almacenar productos utilizados durante las labores de cultivo.

Transmisión

Mecanismo de engranes, ejes y otros componentes que multiplican la potencia de impulsión del motor y permite establecer distintas relaciones entre ésta y la velocidad de las ruedas motrices.

Válvula

Elemento mecánico que se instala en un conducto para obstruir o permitir la circulación de un fluido.

Válvula agua-aire

Esta dotada de dos vías utilizadas para cargar de agua y aire al momento de inflar una llanta agrícola para poder reducir el porcentaje de patinaje que pueda darse durante las labores de campo.

Volante

Rueda pesada montada en el extremo del cigüeñal que por inercia suaviza o regula la potencia del motor, la cual se produce en ciclos desiguales.

RESUMEN

Los motores de combustión interna han llegado a ser la base importante de trabajo en la humanidad pues de éstos se obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por el combustible que se quema dentro del cilindro o cámara de combustión, expandiéndose para hacer funcionar el pistón.

El hombre siempre ha necesitado ir evolucionando y junto con él ha ido desarrollando la tecnología. Desde el año 1862 hasta la fecha, los motores han presentado una variación notable o por qué no decirlo una gran evolución, sabemos que el primer motor construido consumía grandes cantidades de combustible, en cambio ahora son cada vez más potentes y económicos, ampliamente utilizados para fines como transporte, generación de electricidad, usos agrícolas, etc. Es de vital importancia que se conozca detalladamente su funcionamiento, clasificación y aplicaciones; así mismo, la forma de evaluar su rendimiento, su eficiencia y los cambios de potencia inducidos por el uso de combustible con distintas propiedades, temperatura atmosférica, temperatura interna del motor, presión atmosférica, humedad y otras características.

El proyecto que se llevó a cabo en el Ingenio La Unión tiene como fin la organización de la flota de tractores, según la potencia de éstos para desarrollar un trabajo eficientemente, identificando técnicamente cuáles son los implementos que se adecuan a cada máquina ofreciendo la oportunidad de poder realizar las tareas de campo en menor tiempo

Durante el proyecto se realizaron prácticas de campo que permitieron efectuar una comparación de los valores reales y nominales que se tomaron

durante el proceso así mismo con esto se lograra verificar que el ordenamiento funcione eficientemente en la combinación conjunto máquina-implemento.

Durante el desarrollo del proyecto se utilizaron diversas aplicaciones de investigación, según los conocimientos adquiridos en Termodinámica, Motores de Combustión Interna, Montaje y mantenimiento de equipo respectivamente, con el fin de poder demostrar la eficiencia y potencia de los motores de combustión interna respecto al peso y trabajo que éste realice.

Teniendo en cuenta que el tractor es una máquina agrícola motorizada para arrastre o acoplamiento de otras máquinas que no poseen su propio elemento propulsor, se debe considerar las especificaciones del manual de operación y mantenimiento para prolongar su vida útil y mantener la eficiencia durante el trabajo que realice. Así como conocer las funciones básicas que debe cumplir un tractor, al operar implementos y máquinas agrícolas, dar movimiento a máquinas estacionarias y cargar implementos de montaje.

OBJETIVOS

➤ General

Presentar un documento que sirva como guía, para una buena organización en la aplicación de los implementos agrícolas, referido a la potencia necesaria que necesiten los tractores, según el trabajo de campo que se les sea asignado.

➤ Específicos

1. Elaborar un inventario de la flota de tractores de acuerdo a su potencia.
2. Elaborar un inventario de los implementos agrícolas disponibles.
3. Conocer la organización actual de la flota de tractores agrícolas del Ingenio La Unión.
4. Analizar el tipo de mantenimiento que se realiza dentro de la flota.
5. Elaborar una tabla de especificaciones de trabajo de la flota de tractores.
6. Elaborar una tabla de costos según el trabajo de los tractores agrícolas.
7. Capacitar a los operadores.

INTRODUCCIÓN

Se puede definir que la energía dentro de la agricultura a nivel mundial tiene origen animal, donde los caballos y bueyes eran los animales de tiro que desarrollaban mayor esfuerzo de tracción. El trabajo del hombre y de los animales con los rudimentarios aperos que utilizaban, sólo permitía que un operador agrícola produjera alimentos para 2 ó 3 personas más. Al aumentar la población mundial esto fue insostenible, lo que llevó al hombre a mecanizar las tareas agrícolas.

Dentro de este proceso en el cual la energía mecánica es puesta al servicio de la producción agraria, ofrece la oportunidad de realizar en menor tiempo todo tipo de tareas. El uso de la maquinaria agrícola ayudará entonces a optimizar las fases mecanizadas de la producción agrícola.

En la actualidad no es posible pensar en una producción moderna y económica sin la intervención de equipos mecánicos que reduzcan o faciliten las tareas de campo, es por eso que el tractor agrícola constituye la principal fuente de potencia móvil para realizar diferentes operaciones de campo, según el implemento que tenga acoplado.

A diferencia de los tractores antiguos que utilizaban únicamente la barra de tiro y una polea para accionar mediante una banda equipos estacionarios, el tractor moderno lleva sus implementos acoplados a enganches Integrales, semi-integrales o de tiro y aplica la potencia por medio de la tracción de llantas y a través de la toma de fuerza (tdf). Adicionalmente cuenta con un sistema hidráulico para el control de operaciones de herramientas acopladas al enganche integral o semi-integral y con frecuencia para el accionamiento de la dirección, de los frenos, la transmisión y algunos servicios auxiliares accionados por cilindros hidráulicos

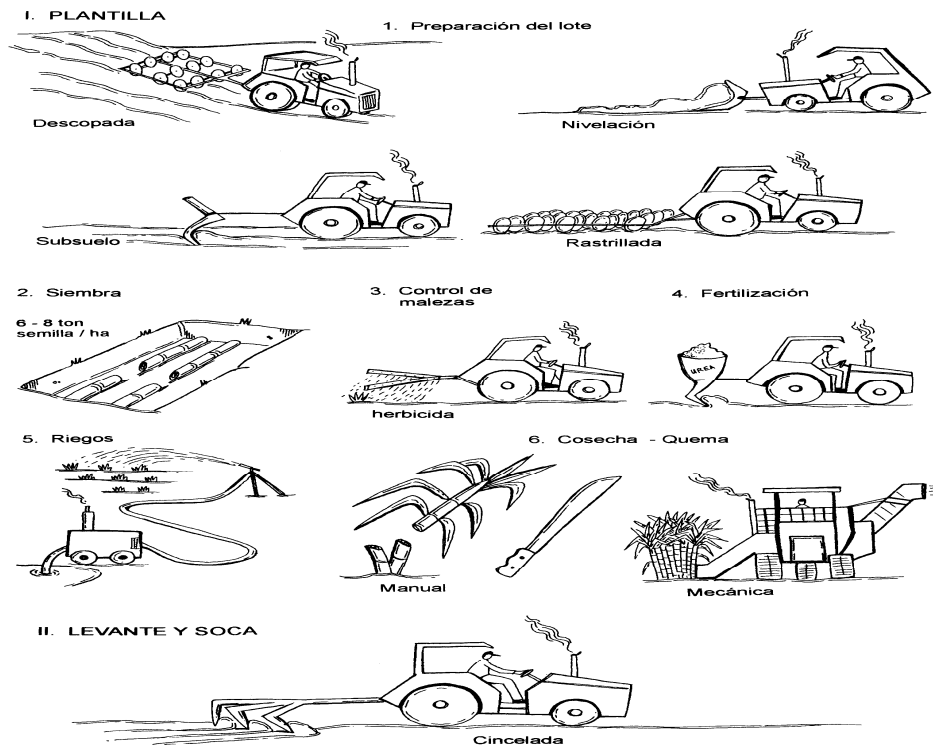
remotos, por consiguiente es necesario conocer la forma como se puede utilizar la potencia del tractor para la realización de las diferentes labores, de tal forma que sea posible obtener los mayores rendimientos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Mecanización agrícola

El concepto de mecanización en su acepción más amplia, consiste en uso regular de máquinas y equipos en las actividades agrícolas, incluyendo las agroindustriales. Tal como lo muestra la gráfica, la importancia que tiene el uso de la maquinaria y la combinación de los implementos agrícolas con éstas, ayuda a mejorar la producción de caña de azúcar.

Figura 1. Secuencia de las prácticas convencionales para el cultivo agroindustrial de la caña de azúcar



Fuente: Cock James H. 1995; Manejo de la Caña de Azúcar

1.2 Mecanización de operaciones de campo

Da respuesta a cómo, cuándo y con qué hacerlo. Mecanizar racionalmente las operaciones agrícolas, constituye un objetivo básico del estudio de procesos de mecanización agrícola. Entiéndase el empleo de un conjunto o sistemas de máquinas, inclusive la tracción animal, y las herramientas operadas manualmente, de forma técnica y económicamente organizadas en tareas exigidas por la actividad agrícola, buscando obtener el máximo rendimiento con el mínimo desperdicio de energía, tiempo y dinero.

Como sistema de organización económica la mecanización debe provocar un crecimiento o el bienestar social, por la reducción de los precios, por el aumento de la cantidad y por el mejoramiento de la calidad de los productos. La mecanización como proceso planificado, implica la selección de los recursos humanos y mecánicos necesarios (fuentes de potencia, implementos, herramientas, etc.).

1.3 Motor de combustión interna

Este es un sistema de elementos y mecanismos que transforman en movimiento la energía que se genera cuando se expanden los gases producidos por la combustión de una mezcla carburante.

En un motor de gasolina su ciclo empieza con la admisión de la carga de aire y gasolina; compresión de la misma mediante el pistón; carrera de potencia producida por las bujías al incendiar la carga y finalmente, la carrera de escape en que sale del cilindro la carga consumida o gases. A diferencia de los motores de gasolina, los motores diesel funcionan con un principio de compresión del aire en el cilindro (el cual aumenta su temperatura por la compresión) y una

inyección de combustible posterior, cabe subrayar que estos motores no tienen bujías de ignición.

1.4 Máquina agrícola

Las grandes máquinas agrícolas modernas, preparadas para los métodos de cultivo a gran escala, se mueven mediante un Motor de Combustión Interna de gasolina o diesel. La máquina principal de la agricultura moderna es el tractor. El uso de la maquinaria agrícola reduce la mano de obra en las labores del campo.

1.5 Tractor

Es un vehículo de trabajo con motor propio utilizado para accionar otras herramientas como arados, surcadores, remolques, etc. Es usual también utilizarlo como fuente de potencia.

Figura 2. Tractor agrícola



Fuente: Manual del Operador Tractor John Deere 8520, Versión Norteamericana

Su uso ha posibilitado disminuir sustancialmente la mano de obra en el trabajo agrícola. Así mismo ha sustituido las tareas de carga y tracción que tradicionalmente se habían realizado con animales. El tractor también se utiliza en obras de construcción generalmente con accesorios tales como palas, jaivas o brazos de retroexcavadoras.

1.6. Conceptos generales de potencia y unidades

1.6.1. Trabajo

En la vida ordinaria el trabajo tiene muchos significados diferentes, pero para los científicos es algo muy preciso.

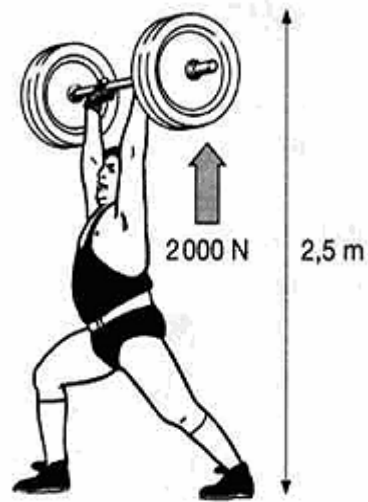
Se realiza trabajo cuando una fuerza hace que un objeto se mueva o evita que se mueva. La cantidad de trabajo realizado puede calcularse utilizando la ecuación:

$$\text{Trabajo} = \text{Fuerza} \times \text{Distancia}$$

Ejemplo 1.

Con el objetivo de levantar la pesa sobre su cabeza a una altura de 2.5m, este atleta debe aplicar una fuerza de 2000N que la haga moverse. A cuanto equivale el trabajo que esta realizando.

$$\begin{aligned}\text{Trabajo} &= \text{Fuerza} \times \text{Distancia} \\ &= 2000 \text{ N} \times 2.5 \text{ m} \\ &= \mathbf{5000 \text{ julios}}\end{aligned}$$



Fuente: Silvia Sokolovsky. 1999 Trabajo y Potencia Mecánica

Ejemplo 2.

Esta señora debe empujar su cortadora a una distancia de 40 metros, para lograr esto debe de aplicar una fuerza de 50N ¿Cuál es el trabajo que realiza?



$$\begin{aligned}\text{Trabajo} &= 50 \text{ N} \times 40 \text{ m} \\ &= \mathbf{2000 \text{ julios}}\end{aligned}$$

Fuente: Silvia Sokolovsky. 1999 Trabajo y Potencia Mecánica

1.6.2. Potencia

Se define como la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo.
Puesto que trabajo es fuerza por distancia tendremos:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{trabajo}}{\text{tiempo}} = \frac{\text{fuerza} \times \text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

Pero como distancia / tiempo = Velocidad:

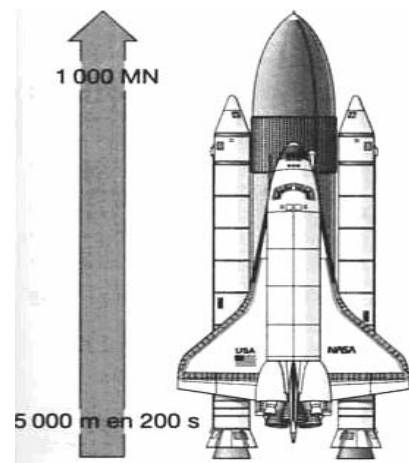
$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$$

Ejemplo 1.

Los motores de un Cohete desarrollan 1,000,000,000 Newton; para que este se pueda desplazar 5000 metros en un tiempo aproximado de 200 segundos ¿Cuál será la potencia que desarrollan los motores de este?

$$\begin{aligned}\text{Trabajo} &= 1,000,000,000 \times 5000\text{m} \\ &= \mathbf{5,000,000,000 \text{ J}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Potencia} &= \frac{5,000,000,000,000}{200\text{s}} \\ &= \mathbf{25,000,000,000 \text{ W}}\end{aligned}$$



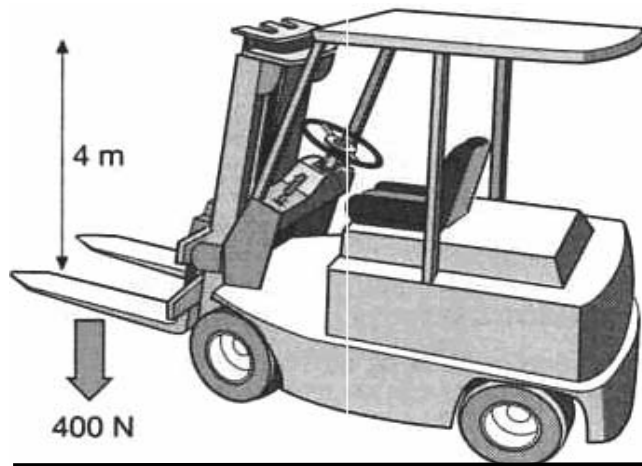
Fuente: Silvia Sokolovsky. 1999 Trabajo y Potencia Mecánica

Ejemplo 2.

Cual es la potencia del motor del elevador de un montacargas que necesita elevar una carga a 4 metros con una fuerza de 400N y un tiempo de 8 segundos.

$$\begin{aligned}\text{Trabajo} &= 400\text{N} \times 4\text{m} \\ &= \mathbf{1600\text{ J}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Potencia} &= \frac{1600\text{J}}{8\text{s}} \\ &= \mathbf{2000\text{W}}\end{aligned}$$



Fuente: Silvia Sokolovsky. 1999 Trabajo y Potencia Mecánica

Las unidades de trabajo en cualquier sistema están dadas en términos de fuerza por distancia.

- En el sistema métrico:

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza (kg.)} \times \text{distancia (m)} = \mathbf{\text{Kilogramo-metro (kg.-m)}}$$

- En el sistema inglés:

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza (lb.)} \times \text{distancia (pie)} = \mathbf{\text{libra-pie (lb.-pie)}}$$

- En el sistema internacional:

$$\text{Trabajo} = \text{Fuerza (N)} \times \text{distancia (metros)} = \textbf{Newton- metro (N-m)}$$

un N-m es equivalente a un julio y $1\text{Kg-m} = 9.8 \text{ julios}$

Un Newton es la fuerza necesaria para imprimir en un cuerpo, cuya masa es la de un kilogramo una aceleración de un metro por segundo.

1.6.3. Unidades de potencia

Partiendo de la definición de potencia, se tiene las siguientes unidades de potencia:

1.6.3.1 Caballo de fuerza

El caballo de fuerza o Horse power por sus siglas en inglés es la unidad de potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1pie/minuto una masa de 33000 libras.

En el sistema inglés la unidad de potencia es el Horse power (Hp):

$$\begin{aligned} 1\text{Hp} &= 33000 \text{ lb.-pie} / \text{min} \\ &= 550 \text{ lb.-pie} / \text{seg} \end{aligned}$$

1.6.3.2 Caballo de vapor

Se define así a la unidad de potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75kg a la velocidad de 1m/s

En el sistema métrico se definió el caballo métrico o caballo de vapor como Cv:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Cv} &= 4500 \text{ Kg m / min} \\ &= 75 \text{ Kg-m / seg} \end{aligned}$$

1.6.3.3. Vatio

Es la unidad de potencia utilizada especialmente en países donde legalmente es obligatorio el uso del sistema internacional esta unidad de potencia aparece siempre en (kW).

En el sistema internacional la unidad de potencia es el Vatio:

$$1 \text{ Vatio} = 1 \text{ Newton-m/seg} = 1 \text{ julio/seg}$$

$$\text{Potencia (Vatio)} = F (\text{ N-m }) \times V (\text{ m/seg })$$

Como el Vatio es una unidad muy pequeña se utiliza el KiloVatio.

Tabla I. Unidades de conversión

Longitud		Potencia		Peso	
1 milla	1,609 Km.	1CV	0.98HP	1 kilogramo	2,20 libras
1 milla	5280 pies	1CV	0.74Kw	1 libra	0,45 Kg.
1 kilómetro(Km.)	1000 m	1HP	1.013CV	1 quintal	100 libras
1 kilómetro(Km.)	3281 pies	1HP	0.75Kw	1 tonelada	22 quintales
1 metro	3.28 pies	1Kw	1.36CV	1 tonelada	2000 libras
1 pie	12 pulg.	1Kw	1.34HP		

Presión		Trabajo		Tiempo	
1 PSI (lbf/in ²)	0.06895 bar	1 N-m	1 julios	1 hora	60 min
1 PSI (lbf/in ²)	6895 pascal	1Kg-m	9.8 julios	1 hora	3600 seg
1 Kgf/cm ²	14.2234 PSI				
1 Kgf/cm ²	0.98 bar				
1bar	14.5 PSI				

Fuerza	
1 Kg (fuerza)	9,8 N
1 Lb (fuerza)	4,448 N

Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Conociendo las equivalencias se pueden convertir unidades de potencia de un sistema a otro.

Ejemplo 1.

Supongamos que una fuerza de 200 N se aplica con una velocidad de 4 m/seg. Calcular la potencia.

$$\text{Potencia} = 200 \text{ N} \times 4 \text{ m/seg.} \times \frac{1\text{W}}{1\text{Nm/seg.}} = 800 \text{ W} \times \frac{1\text{KW}}{1000\text{W}} = 0.8 \text{ KW}$$

Ejemplo 2.

Convertir 550 lb. pie/seg. a unidades métricas:

$$550 \frac{\text{lb.-pie}}{\text{seg.}} \times \frac{1 \text{ Kg. fuerza}}{2.2 \text{ lb./Kg.}} \times \frac{0.304 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 76 \text{ Kg.-m/seg.} = 1 \text{ HP}$$

Ejemplo 3.

Convertir 1 HP a KW:

$$1 \text{ Hp} = 76 \text{ Kg-m/seg} \times 9.81 \text{ N-m/Kg-m} = \frac{745.56 \text{ W}}{1000\text{W}/1\text{Kw}} = \mathbf{0.746 \text{ KW}}$$

Ejemplo 4.

Convertir 1CV en KW:

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ Kg-m/seg} \times 9.81 \text{ N-m/Kg-m} = \frac{735.75 \text{ W}}{1000\text{W}/1\text{Kw}} = \mathbf{0.736 \text{ KW}}$$

1.7. Formas de potencia

La potencia de una máquina puede ocurrir en forma mecánica, hidráulica y eléctrica. La potencia mecánica se manifiesta de dos formas: **Potencia lineal y potencia rotatoria.**

1.7.1. Potencia lineal

La potencia lineal ocurre cuando se ejerce una fuerza con una velocidad lineal.

Ejemplo 1.

¿Cuál es la potencia desarrollada por un tractor cuando acciona un implemento acoplado al enganche? si tenemos un tractor que ejerce una fuerza de 1500 Kg para accionar un implemento enganchado al tiro a una velocidad de 5 Km/h la potencia lineal que esta utilizando será equivalente a:

$$\begin{aligned}\text{Potencia} &= (1500 \text{ Kg-F} \times 5 \text{ Km/h}) \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ Km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ Hp}}{76 \text{ Kg-m/seg.}} \\ &= \frac{1500 \times 5}{273.6} = \mathbf{27.4 \text{ HP}}\end{aligned}$$

En términos generales la potencia lineal = **(fuerza x velocidad) / c** donde c es una constante que depende de las unidades de fuerza y velocidad.

Ejemplo 2

Calcular la potencia lineal que debe desarrollar un tractor al tiro para accionar un implemento con una fuerza de 3000 lb. a una velocidad de 5 millas/h. Dar la respuesta en HP y KW

$$\begin{aligned}\text{Potencia} &= (3000 \text{ lb} \times 5 \text{ millas/h}) \times \frac{5280 \text{ pies}}{1 \text{ milla}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ Hp}}{550 \text{ lb} \cdot \text{p/seg}} = \mathbf{40 \text{ HP}} \\ &= 40 \text{ Hp} \times \frac{0.7456 \text{ KW}}{1 \text{ Hp}} = \mathbf{29.82 \text{ KW}}\end{aligned}$$

1.7.2 Potencia rotatoria

Ocorre en cuerpos en rotación e involucra el concepto de torque o momento de torsión o par. El momento de torsión es el producto de longitud de un brazo de palanca (radio de una polea, engranaje o eje) y de una fuerza que actúa perpendicularmente libre del brazo. Se expresa en N-m, Lb.-pie o Kg.-m dependiendo del sistema de unidades.

Tenemos que:

$$\mathbf{M = F \times R} \quad \text{Donde:} \quad \mathbf{M = \text{momento de torsión o par}}$$
$$\mathbf{F = \text{fuerza}}$$
$$\mathbf{R = \text{radio}}$$

El trabajo efectuado en cada revolución es el producto de la fuerza tangencial por la longitud de circunferencia (Fuerza x Distancia).

$$\mathbf{T = 2 \pi \times F \times R}$$
$$\mathbf{= 2 \pi \times M}$$

Si un cuerpo gira a n revoluciones por minuto, la potencia será:

$$\mathbf{Potencia = 2 \pi \times M \times n}$$

Ejemplo 1

Usando el sistema internacional la potencia rotativa en KW será:

$$\mathbf{Potencia (KW) = 2 \pi \times M (N-m) \times n (rev/min) \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{1KW}{1000 \text{ w}}}$$

$$= \frac{2 \pi \times M \text{ (N-m)} \times n(\text{rev/min})}{60000}$$

En el sistema inglés cuando el par o momento de torsión se da en lb-pie la potencia rotativa en HP será:

$$\text{Potencia (Hp)} = \frac{2 \pi \times M \text{ (lb-pie)} \times n \text{ (rev/min)}}{33000 \text{ lb-pie}}$$

Cuando el par está en Kg-m y n en rev/min la potencia rotativa en Hp será igual a:

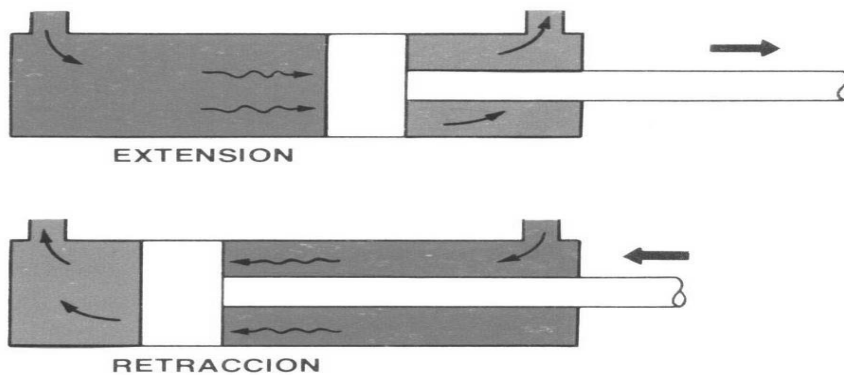
$$\begin{aligned} \text{Potencia (Hp)} &= 2\pi \times M(\text{Kg-m}) \times n(\text{rev/min}) \times \frac{1\text{min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ Hp}}{76 \text{ Kg-m/seg}} \\ &= \frac{M(\text{Kg-m}) \times n \text{ (rev/min)}}{726} \end{aligned}$$

Partiendo de la información obtenida durante la fase de investigación y teniendo en cuenta que es necesario implementar prácticas de campo para poder hallar la fuerza lineal que requiere un implemento y un tractor para efectuar trabajo y poder aplicar potencia. Al mismo tiempo nos preguntamos como poder hacer esto con herramientas y máquinas tan grandes y pesadas, tomando en cuenta la importante aplicación de la hidráulica dentro de la ingeniería se tomo en consideración el poder utilizar un cilindro hidráulico de doble efecto. Puesto que este opera en ambas direcciones y axialmente poder hallar la fuerza de tiro y empuje del implemento o tractor.

1.8. Cilindro hidráulico de doble efecto

En este tipo de cilindros, el aceite puede entrar por los dos lados del émbolo, pero debido a la presencia del vástago, las superficies de contacto entre émbolo y fluido pueden ser distintas. Si las superficies son distintas, pueden transmitir esfuerzo en las dos direcciones.

Figura 3. Cilindro de doble efecto



Fuente: Vickers, Manual de Oleohidráulica , Editorial Blume Barcelona; 1985

1.8.1. Fuerza y Velocidad de trabajo de un cilindro

El desplazamiento hacia delante y atrás de un cilindro se llama “carrera”, la presión del fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo.

Para un cilindro dado, la fuerza y la velocidad a la que trabaja depende de la presión y del caudal volumétrico, a los que es sometido, respectivamente, entonces sus valores se determinan de acuerdo a:

Fuerza = Presión x Área

Fuerza (Kg.) = P (Kg. /cm²) x A (cm²)

Fuerza (Lb.) = P (Lb./in²) x A (in²)

2. GENERALIDADES

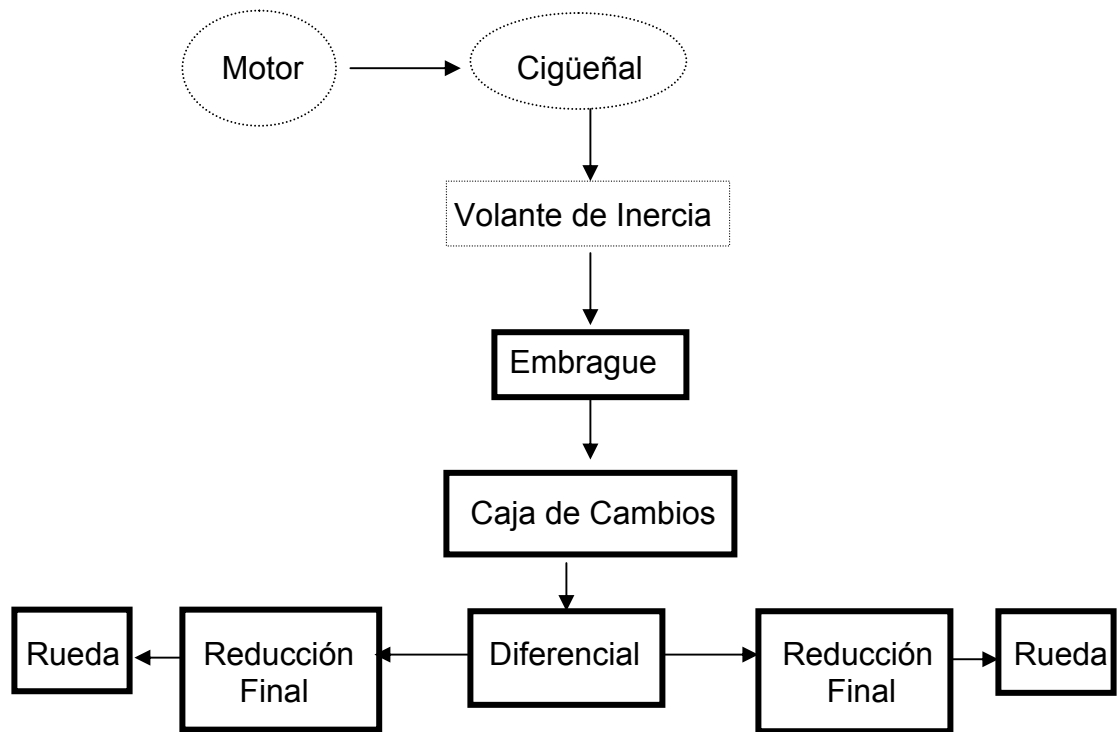
Como anteriormente se describió, un motor de Combustión Interna tiene como misión transformar la energía química contenida en el combustible, en energía mecánica de movimiento, aprovechando la fuerza expansiva de los gases, que se hacen explotar en el interior de un cilindro. Lo que permite que el cigüeñal gire.

El giro del motor puede variarse por mediación del acelerador. Si se pisa el pedal, se acelera el giro del motor. Si se mantiene suelto, el motor gira a Ralentí es decir, a pocas revoluciones. Al momento del embrague, se transmite el giro del motor a las ruedas. Actúa la caja de cambios la cual, varía la potencia o velocidad del Vehículo, según las exigencias del trabajo que va a realizar.

Para conseguirlo se dispone de una serie de piñones en el interior de la caja de cambios, que pueden engranar entre sí de distintas formas y reducen el giro que proporciona el motor según las combinaciones que se establezcan, pudiéndose obtener así diferentes velocidades en las ruedas con la misma velocidad de rotación del motor. Según las leyes de mecánica, en todo trabajo, lo que se gana en potencia se pierde en velocidad y, así, mediante el empleo de la caja de cambios, se puede disponer de una mayor potencia para la elaboración de trabajos de campo según el tipo de terreno a condición de perder un poco de velocidad. Esto se consigue con una reducción adecuada del giro que llega del motor a la caja de cambios.

Este sistema se puede representar de una forma básica en la figura 4.

Figura 4. Diagrama de transmisión de potencia



Fuente: Mecánica Automotriz, Instituto Tecnológico privado de occidente, Guatemala

2.1 Distribución de flota de tractores agrícolas del ingenio la Unión

La flota de tractores, está dividida en cuatro áreas importantes las cuales son, Labores de Cultivo, Ingeniería Agrícola (preparación de suelos), Cosecha y Trabajos varios, dichas áreas son las encargadas de evaluar y destinar la correcta aplicación de la maquinaria en las operaciones de campo.

2.1.1. Clasificación por serie y potencia

Se pueden clasificar atendiendo a su potencia, sistema de rodadura, ancho de vía, etc. Los tractores típicos o universales son aquellos que constan de dos ruedas mayores traseras motrices y dos delanteras directrices.

Mientras tanto los articulados, permiten la maniobrabilidad en reducido espacio, los estrechos, se incluyen en este grupo los de vía mínima del eje de ruedas motrices inferior.

Los Zancudos son de altura libre máximo superior a 1.000 mm. Los portadores y de estructuras especiales son modelos específicos para trabajos especiales.

Mientras que los tractores de cadenas u orugas, son propulsados por dos bandas sin fin de rodamientos, a base de placas de acero articulados en lugar de neumáticos.

A efectos de la clasificación anterior y según los modelos, se consideran tractores extraligeros, los de masa inferior a 750 kg; ligeros, los de masa de 750 a 1,500 kg; medios, los de masa de 1,500 a 6,000 kg; y pesados, los de masa igual o superior a 6,000 kg.

Según la tabla es como se presenta la distribución de los tractores dentro del Ingenio La Unión según su potencia.

Tabla II. Distribución de tractores del Ingenio La Unión

Código	Peso	Serie	Marca	Potencia del Motor	Potencia en la TDF
48002	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48006	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48007	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48008	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48017	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48018	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48030	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48031	2,975 Kg (6,558Lb)	2755	John Deere	88 HP	75 HP
48028	4,420 Kg (9,744Lb)	2850	John Deere	95 HP	75 HP
48029	4,420 Kg (9,744Lb)	2850	John Deere	95 HP	75 HP
48020	7,500 Kg (16,535 Lb)	3350	John Deere	101 HP	92 HP
48021	7,500 Kg (16,535 Lb)	3350	John Deere	101 HP	92 HP
48026	7,500 Kg (16,535 Lb)	3350	John Deere	101 HP	92 HP
48027	7,500 Kg (16,535 Lb)	3350	John Deere	101 HP	92 HP
48003	5,331 Kg (11,755Lb)	4255	John Deere	129 HP	120 HP
48004	5,331 Kg (11,755Lb)	4255	John Deere	129 HP	120 HP
48005	5,331 Kg (11,755Lb)	4255	John Deere	129 HP	120 HP
48022	5,331 Kg (11,755Lb)	4255	John Deere	129 HP	120 HP
48012	5,780 Kg(12,745Lb)	4455	John Deere	149 HP	140 HP
48013	5,780 Kg (12,745Lb)	4455	John Deere	149 HP	140 HP
48014	5,780 Kg (12,745Lb)	4455	John Deere	149 HP	140 HP
48037	2,273 Kg (5,000Lb)	5400	John Deere	69 HP	60 HP
48038	2,273 Kg (5,000Lb)	5400	John Deere	69 HP	60 HP
48056	7,000Kg (15432Lb)	6415	John Deere	105 HP	90 HP
48057	7,000Kg (15432Lb)	6415	John Deere	105 HP	90 HP
48033	4,911 Kg (10,827Lb)	7400	John Deere	109 HP	100 HP
48034	4,911 Kg (10,827Lb)	7400	John Deere	109 HP	100 HP
48035	4,911 Kg (10,827Lb)	7400	John Deere	109 HP	100 HP
48036	4,911 Kg (10,827Lb)	7400	John Deere	109 HP	100 HP
48039	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48040	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48041	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48042	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48043	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48044	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48045	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48046	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48047	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48049	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48050	5,559 Kg (12,343Lb)	7410	John Deere	120 HP	105 HP
48051	5,884 Kg (12,890Lb)	7510	John Deere	135 HP	115 HP

Continuación

48052	5,884 Kg (12,890Lb)	7510	John Deere	135 HP	115 HP
48053	5,884 Kg (12,890Lb)	7510	John Deere	135 HP	115 HP
48054	5,884 Kg (12,890Lb)	7510	John Deere	135 HP	115 HP
48055	9,616 Kg (21,200Lb)	7820	John Deere	206 HP	155 HP
48058	9,616 Kg (21,200Lb)	7820	John Deere	206 HP	155 HP
48059	9,616 Kg (21,200Lb)	7820	John Deere	206 HP	155 HP
48060	9,616 Kg (21,200Lb)	7820	John Deere	206 HP	155 HP
47010	14,200 Kg (31,200Lb)	V275	Vanguard	285 HP	•
47011	8,818 Kg (19,440Lb)	V167HP91	Vanguard	167 HP	•
47017	12,750 Kg (28,109Lb)	V234PH	Vanguard	234 HP	•
47018	14,200 Kg (31,200Lb)	V275	Vanguard	285HP	•
47501	6,800 Kg (14,991Lb)	MX170	Case	170 HP	145 HP
47502	17,690 Kg (39,000Lb)	STX325	Case	325 HP	305 HP
47503	10,455 Kg (23,050Lb)	8520	John Deere	300 HP	255HP
47504	6,800 Kg (14,900Lb)	MXM 175	Case	175 HP	145 HP
47505	6,800 Kg (14,900Lb)	MXM 175	Case	175 HP	145 HP
32525	7,651 Kg (16,750Lb)	D4H	Caterpillar	90 HP	•
32541	8,709 kg (19,200Lb)	D5	Caterpillar	100 HP	•
32561	10,400 Kg (22,928Lb)	D5B	Caterpillar	105 HP	•
32562	10,400 Kg (22,928Lb)	D5B	Caterpillar	105 HP	•
48502	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48503	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48504	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48505	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48506	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48507	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48508	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48509	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48510	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48511	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48512	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48513	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48514	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48515	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	Case	80 HP	68 HP
48516	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	McCormick	80 HP	68 HP
48517	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	McCormick	80 HP	68 HP
48518	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	McCormick	80 HP	68 HP
48519	4,635Kg (10,218Lb)	C 80	McCormick	80 HP	68 HP

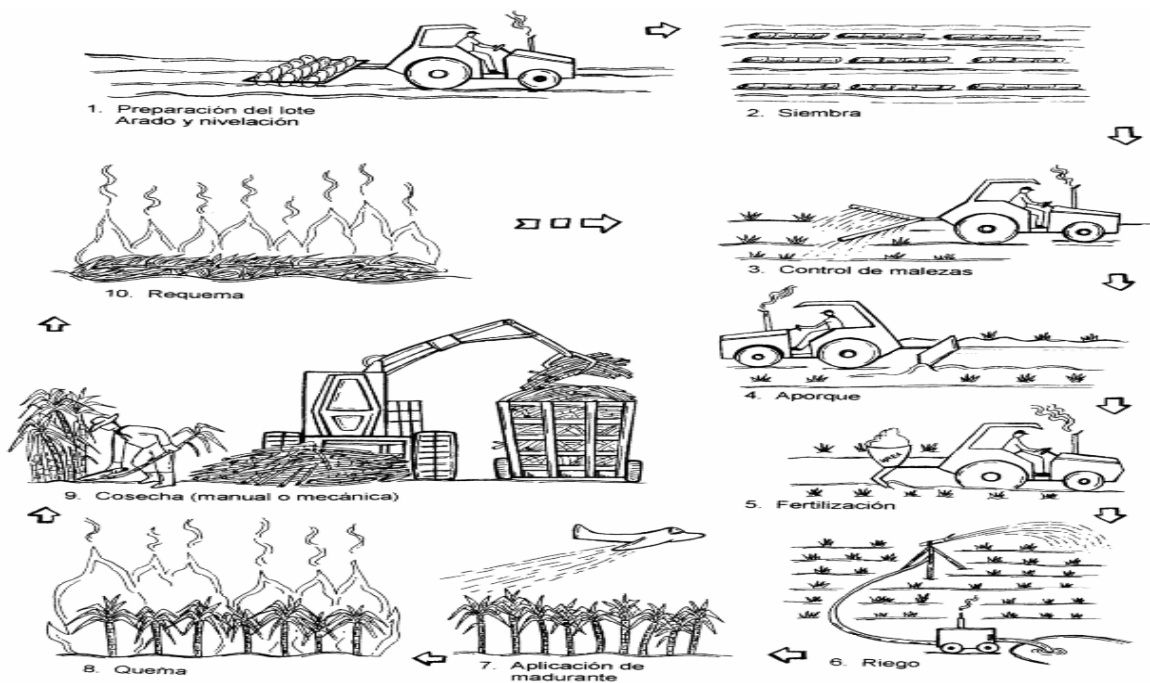
Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

2.1.2 Tabla de actividades que elaboran

Es importante el planeamiento de un ciclo de cultivo, puesto que este nos ayudará a evitar la improvisación de la toma de decisiones y permitirá hacer uso racional de los recursos disponibles, para una buena ejecución de las tareas de campo. La eficiencia óptima de la maquinaria, entonces es una relación entre el rendimiento y gastos que dé como resultado el costo más bajo posible.

Influyen directamente en la productividad, factores como la relación de peso a potencia, la capacidad, el tipo de transmisión, las velocidades y los costos de operación.

Figura 5. Ciclo de cultivo convencional de la caña de azúcar



Fuente: Cock James H. 1995; Manejo de la Caña de Azúcar

2.1.2.1 Ingeniería agrícola

Tarea destinada a la preparación de los suelos donde se involucran actividades como la limpieza del suelo, nivelación, subsolado, arado o rastra rompedora, rastrillada, surcado y la adecuación del sistema de riego y drenaje, que buscan proporcionar un ambiente apropiado para la óptima germinación de la semilla y el buen desarrollo del cultivo. Durante este proceso la humedad tiene una gran importancia para definir el mejor momento para las operaciones de preparación del suelo. El manejo de suelos agrícolas con la humedad ideal reduce la compactación, la fuerza de tracción, el desgaste del tractor y de los implementos, el consumo de combustible y los costos operativos. El resultado es un mejor trabajo agronómico.

Tabla III. Distribución de tractores de ingeniería agrícola

Código	Serie	Marca	Potencia del Motor	Potencia en la TDF	Aplicación
48055	7820	John Deere	206 HP	155 HP	Ingeniería Agrícola
48058	7820	John Deere	206 HP	155 HP	Ingeniería Agrícola
48059	7820	John Deere	206 HP	155 HP	Ingeniería Agrícola
48060	7820	John Deere	206 HP	155 HP	Ingeniería Agrícola
47010	V275	Vanguard	285 HP	•	Ingeniería Agrícola
47011	V-167HP91	Vanguard	167 HP	•	Ingeniería Agrícola
47017	V234PH	Vanguard	234 HP	•	Ingeniería Agrícola
47018	V275	Vanguard	285 HP	•	Ingeniería Agrícola
47501	MX170	Case	170 HP	145 HP	Ingeniería Agrícola
47502	STX325	Case	325 HP	305 HP	Ingeniería Agrícola
47503	8520	John Deere	300 HP	255HP	Ingeniería Agrícola
47504	MXM 175	Case	175 HP	145 HP	Ingeniería Agrícola
47505	MXM 175	Case	175 HP	145 HP	Ingeniería Agrícola
32525	D4H	Caterpillar	90 HP	•	Ingeniería Agrícola
32541	D5	Caterpillar	100 HP	•	Ingeniería Agrícola
32561	D5B	Caterpillar	105 HP	•	Ingeniería Agrícola
32562	D5B	Caterpillar	105 HP	•	Ingeniería Agrícola
48013	4455	John Deere	149 HP	140 HP	Obra Civil

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

2.1.2.2 Labores de cultivo

Las labores de cultivo son aquellas tareas destinadas a disminuir los efectos de la compactación del suelo, ocasionada especialmente por la maquinaria que se utiliza durante la cosecha, en algunos países donde el proceso de cosecha se realiza durante los 365 días del año los mayores problemas se tienen cuando la cosecha se lleva a cabo durante la época de lluvia. Dependiendo de las condiciones en que se haya realizado la cosecha y del estado en que ha quedado el terreno, se realizaran unas prácticas de manejo que incluyen: la quema y el encalle de residuos, subsuelo, aporque, mantenimiento de acequias, resiembra, nutrición y fertilización.

Tabla IV. Distribución de tractores de labores de cultivo

Código	Serie	Marca	Potencia del Motor	Potencia en la TDF	Aplicación
48033	7400	John Deere	109 HP	109 HP	Labores de cultivo
48034	7400	John Deere	109 HP	109 HP	Labores de cultivo
48035	7400	John Deere	109 HP	109 HP	Labores de cultivo
48036	7400	John Deere	109 HP	109 HP	Labores de cultivo
48039	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48040	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48041	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48042	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48043	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48044	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48045	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48046	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48047	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48049	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48050	7410	John Deere	120 HP	120 HP	Labores de cultivo
48051	7410	John Deere	120 HP	135 HP	Labores de cultivo
48052	7510	John Deere	135 HP	135 HP	Labores de cultivo
48053	7510	John Deere	135 HP	135 HP	Labores de cultivo
48054	7510	John Deere	135 HP	135 HP	Labores de cultivo

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

2.1.2.3 Cosecha

Es el último paso de la producción agrícola del cultivo de la caña, donde es necesario estructurar un planeamiento y establecer la adecuada y oportuna coordinación entre cada una de las dependencias que están a su cargo.

Tabla V. Distribución de tractores de cosecha

Código	Serie	Marca	Potencia del Motor	Potencia en la TDF	Aplicación
48002	2755	John Deere	88 HP	75 HP	Cosecha
48006	2755	John Deere	88 HP	75 HP	Cosecha
48008	2755	John Deere	88 HP	75 HP	Cosecha
48012	4455	John Deere	129 HP	140 HP	Cosecha
48014	4455	John Deere	129 HP	140 HP	Cosecha
48018	2755	John Deere	88 HP	75 HP	Cosecha
48021	3350	John Deere	101 HP	92 HP	Cosecha
48026	3350	John Deere	101 HP	92 HP	Cosecha
48030	2755	John Deere	88 HP	75 HP	Cosecha
48037	5400	John Deere	69 HP	60 HP	Cosecha

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

2.1.2.4 Trabajos varios

Dentro de estas tareas se encuentra el remolque de tanques agroquímicos, tanques de combustibles, tanques de agua, carretones de espina, carretones de abono, zanjeo, algunas tareas combinadas con rastras y transporte de motobombas donde no se requiere una mayor cantidad de potencia.

Tabla VI. Distribución de tractores de trabajos varios

Código	Serie	Marca	Potencia del Motor	Potencia en la TDF	Aplicación
48004	4255	Jonh Deere	129 HP	120 HP	Trabajos Varios
48005	4255	Jonh Deere	129 HP	120 HP	Trabajos Varios
48007	2755	Jonh Deere	88 HP	75 HP	Trabajos Varios
48017	2755	Jonh Deere	88 HP	75 HP	Trabajos Varios
48020	3350	Jonh Deere	101 HP	92 HP	Trabajos Varios
48022	4255	Jonh Deere	129 HP	120 HP	Trabajos Varios
48027	3350	Jonh Deere	101 HP	92 HP	Trabajos Varios
48028	2850	Jonh Deere	95 HP	75 HP	Trabajos Varios
48029	2850	Jonh Deere	95 HP	75 HP	Trabajos Varios
48031	2755	Jonh Deere	88 HP	75 HP	Trabajos Varios
48038	5400	Jonh Deere	69 HP	60 HP	Trabajos Varios
48056	6415	Jonh Deere	105 HP	90 HP	Trabajos Varios
48057	6415	Jonh Deere	105 HP	90 HP	Trabajos Varios
48502	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48503	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48504	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48505	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48506	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48507	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48508	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48509	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48510	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48511	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48512	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48513	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48514	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48515	C 80	Case	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48516	C 80	McCormick	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48517	C 80	McCormick	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48518	C 80	McCormick	80 HP	68 HP	Trabajos Varios
48519	C 80	McCormick	80 HP	68 HP	Trabajos Varios

Tabla VII. Cantidades totales de tractores por departamento

APLICACIÓN	NUMERO TRACTORES
LABORES DE CULTIVO	19
INGENIERIA AGRICOLA	17
OBRA CIVIL	01
COSECHA	10
TRABAJOS VARIOS	31
TOTAL	78

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

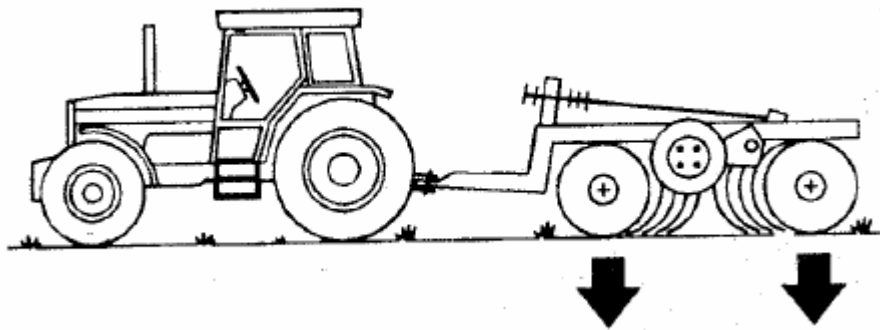
Para la utilización de los implementos agrícolas es importante conocer sus formas de transporte para la elaboración de sus tareas estos pueden ser de tiro, integrales, semi-integrales.

2.2 Máquinas enganchadas al tractor

2.2.1 De tiro

Son máquinas enganchadas al tractor en un solo punto por medio de la placa de enganche (implemento) y la barra de tiro (tractor). Pueden ser enganchados y desenganchados fácil y rápidamente. Como el implemento va sobre sus propias ruedas o elementos de soporte, queda independizado de los movimientos del tractor, realizándose rápidamente las operaciones de enganche y desenganche.

Figura 6. Implemento arrastrado

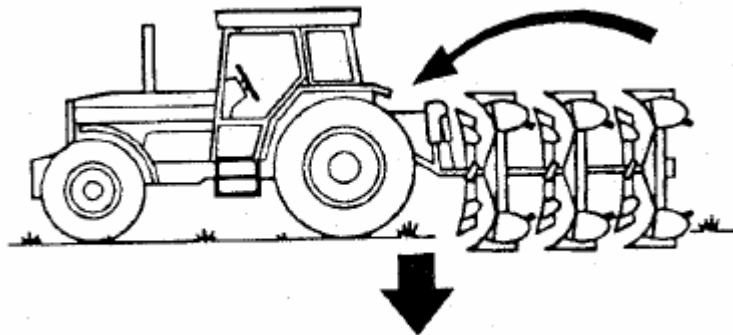


Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

2.2.2 Integrales

Son máquinas acopladas al tractor en el enganche en tres puntos, de tal forma que son completamente soportadas por aquél en su posición elevada. El guiado y la profundidad de trabajo pueden así ser controlados por el tractor. Está, sin embargo, limitado su tamaño con respecto a los otros dos tipos de acoplamiento por problemas de estabilidad cuando la máquina es levantada, lo que obliga a colocar contrapesos frontales en el tractor.

Figura 7. Implemento suspendido

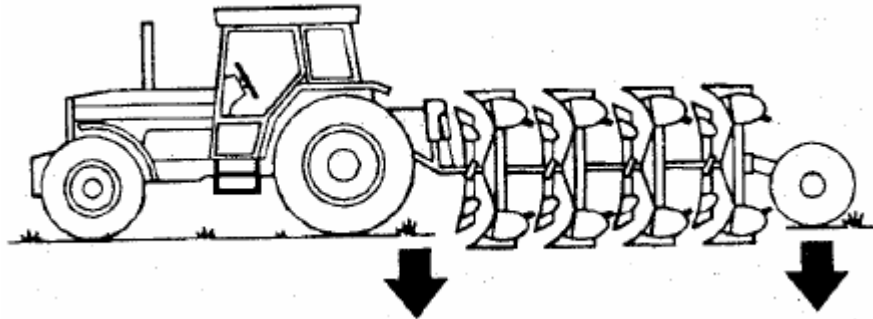


Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

2.2.3 Semi-integrales

Son básicamente máquinas suspendidas, pero con apoyo sobre una rueda trasera. Con esto se permiten pesos mucho mayores y también longitudes mayores que en las montadas. Están enganchadas al tractor por medio de una barra de acoplamiento horizontal, siendo parcialmente sustentadas por el tractor (nunca por completo) y pudiendo así responder directamente a la dirección del mismo.

Figura 8. Implemento semi-sispendido



Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

2.3 Distribución de implementos

Para comprender el sentido físico de los procesos que tienen lugar en el suelo bajo la acción de los órganos de trabajo de las máquinas e implementos para el laboreo del suelo hay que tener en cuenta de manera especial, las propiedades físico-mecánicas del suelo; como son: peso, humedad, fricción, adhesividad, cohesión, plasticidad, resistencia a la compresión, aplastamiento y resistencia específica.

Para la utilización de los implementos, se requiere que estos se encuentren en buen estado técnico y de ajuste, puesto que la falta de uniformidad afectaría las labores posteriores.

2.3.1 Clasificación de implementos por aplicación y peso

Las siguientes tablas presentan los implementos que se utilizan con más frecuencia durante los trabajos de preparación de suelos y labores de cultivo.

Rastras de discos para la preparación del terreno

Las Rastras son máquinas que constan de secciones de discos de metal endurecido que giran en un mismo eje y que al ser arrastradas por un tractor desarrollan el trabajo de cortar, desterronar y voltear el suelo, hasta mullirlo, así como para destruir e incorporar los residuos de cosecha que existen sobre el terreno. Los ejes de las rastras están montados en rodamientos o chumaceras que a su vez van en una estructura diseñada con determinada geometría, peso y resistencia para cada caso. Tiene mecanismos para levante, transporte, nivelación y graduaciones varias.

Una Rastra de discos debe trabajar en línea detrás del tractor y sin cargarse ni a la derecha ni a la izquierda, o sea que la barra de tiro del tractor debe trabajar suelta y libre. Para ello necesita tener un buen diseño geométrico, buena distribución de peso y facilidad de graduar el tiro y la nivelación. Cuando la rastra no trabaja así, existe mayor desgaste del tractor y se acorta su vida por los esfuerzos laterales que soportan los engranajes de su transmisión, los rodamientos y las llantas. Si se tiene en cuenta que un tractor puede valer entre 8 y 10 veces lo que cuesta una rastra, la economía al comprar un implemento barato no compensará nunca el daño al tractor.

Rastra rompedora

La función de la Rastra rompedora es realizar el comienzo de las operaciones de preparación del suelo. Desestructura el suelo compactado, destruye los rastros, el pasto y posibles plantas dañinas.

Figura 9. Combinación Tractor- Rastra rompedora



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Rastra pulidora

La función de la rastra pulidora es dar continuidad al trabajo iniciado por la rastra rompedora. Pero ahora el suelo está fragmentado, más fácil de trabajar. La necesidad de la rastra pulidora se debe a los remanentes como terrones y plantas dañinas.

Figura 10. Combinación Tractor- Rastra pulidora



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Tabla VIII. Especificaciones de rastras rompedoras y pulidoras

Código	Descripción	Tipo de Enganche	Secciones	Diámetro de Discos	Tipo de Discos	Discos	Acoplamiento al tractor	Neumáticos
						Cantidad por Sección		
38002	Rastra Rompedora	Barra de tiro	2	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	6X1	Mangueras Hidráulicas	2
38003	Rastra Rompedora	Barra de tiro	2	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	8X1	Mangueras Hidráulicas	2
38004	Rastra Pulidora	Barra de tiro	2	26 pulgadas	Cóncavos Dentados	14X1	Mangueras Hidráulicas	2
38005	Rastra Rompedora	Barra de tiro	2	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	14X1	Mangueras Hidráulicas	0
38007	Rastra Pulidora	Barra de tiro	4	26 pulgadas	Cóncavos Dentados	8X1	Mangueras Hidráulicas	2
38008	Rastra Rompedora	Barra de tiro	4	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	Mangueras Hidráulicas	Ángulo de barra
38020	Rastra	Barra de tiro	2	32 pulgadas	Cóncavos Dentados	8X1	Mangueras Hidráulicas	2
38040	Rastra	Barra de tiro	8	32 pulgadas	Cóncavos Dentados	6X1	Mangueras Hidráulicas	2
38046	Rastra Pulidora	Barra de tiro	2	26 pulgadas	Cóncavos Dentados	10X1	Mangueras Hidráulicas	0
38047	Rastra Rompedora	Barra de tiro	2	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	10X1	Mangueras Hidráulicas	2
38048	Rastra Rompedora	Barra de tiro	2	36 pulgadas	Cóncavos Dentados	12X1	Mangueras Hidráulicas	2

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

El ángulo de corte de las rastras es ajustable mecánicamente, mientras que la posición de las ruedas y la barra de tiro se accionan hidráulicamente.

Surcador

Como su nombre lo indica es el encargado en abrir surcos, trabaja a una profundidad aproximada de 25 a 30 cm. donde la tierra se desplaza hacia los lados, dejando listo así el surco para poder depositar la semilla en el fondo de éste.

Algunas veces, este implemento consta de uno o dos cuerpos e inclusive existen ya hasta de cinco cuerpos, el número de cuerpos dependerá de la potencia del tractor con que se lleve a cabo esta labor. Generalmente este implemento se utiliza para sembrar caña de azúcar.

Figura 11. Combinación Tractor- Surcador de cuatro cuerpos



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Tabla XIX. Especificaciones de surcadores

Código	Peso		Descripción	Tipo de Enganche	Secciones	Surcador	Marcadores
	Lb.	Kg.				Cantidad Por sección	
32381	1870	848	Surcador	Integral	2	1X1	0
32382	1913	868	Surcador	Integral	2	1X1	0
32383	3196	1450	Surcador	Integral	3	1X1	2
32384	2500	1134	Surcador	Integral	3	1X1	0
32385	1565	710	Surcador	Integral	2	1X1	0
32387	2043	927	Surcador	Integral	2	1X1	0
32388	2870	1302	Surcador	Integral	3	1X1	2
32389	2696	1223	Surcador	Integral	3	1X1	2

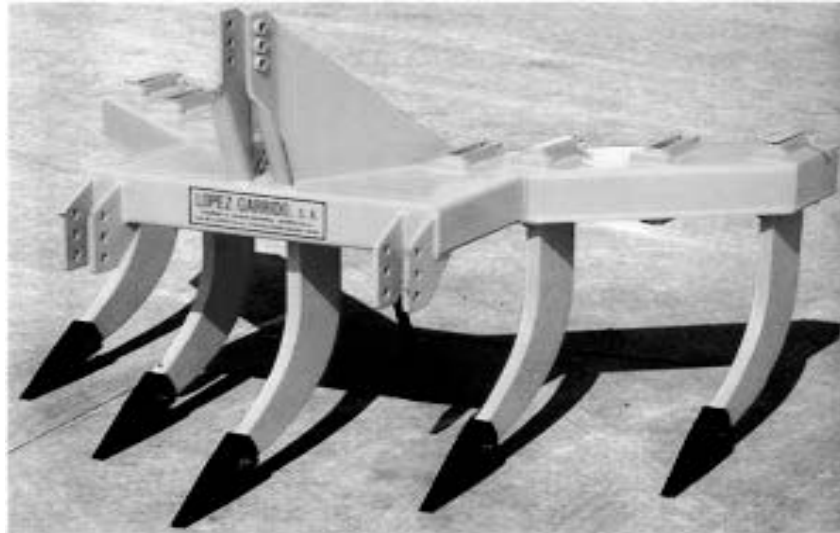
Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Subsolador

El subsolador se utiliza con la finalidad de eliminar las capas compactas e impermeables mediante su fragmentación, situación producida por el uso de la maquinaria. La compactación tiene efectos negativos que disminuyen la velocidad de infiltración, el drenaje interno, el desarrollo radical, el espacio poroso y además aumenta la erosión laminar.

Está constituido por brazos verticales que no voltean la tierra, trabajando a una profundidad superior al laboreo normal (pueden llegar hasta los 70 cm. incluso más), necesitándose una gran potencia de tracción.

Figura 12. Subsolador



Fuente: <http://Agroinformación.com>

Tabla X. Especificaciones de subsoladores

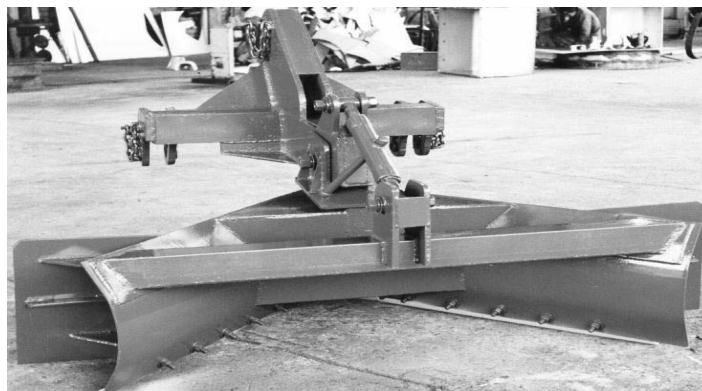
Código	Peso		Descripción	Tipo de Enganche	Secciones	Machetes	Acoplamiento al tractor	Neumáticos
	Lb.	Kg.				Cantidad por sección		
32603	1152	523	Subsolador	Integral	3	1X1	0	0
32604	0	0	Subsolador	Barra de tiro	5	1X1	Mangueras hidráulicas	4
32605	2022	917	Subsolador	Integral	3	1X1	0	0
32606	2922	1325	Subsolador	Integral	3	1X1	0	0
32607	1717	779	Subsolador	Integral	3	1X1	0	0
32741	1130	513	Subsolador/Surcador	Integral	2	1X1	0	0

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Zanjador

Se utiliza para la elaboración de canales o zanjas para riego o drenaje. El cuerpo roturador, consta de una doble reja que se prolonga en dos vertederas, izquierda y derecha; la rejilla o cuchilla es de hierro acerado y realiza el corte, rotura o fragmenta el suelo; las vertederas separan y transportan hacia los lados del suelo fragmentado, en algunos casos puede ajustarse la separación entre las dos vertederas, para variar el tamaño del surco o la zanja. Los zanjadores pueden ser de tiro, semi-integrales ó integrales.

Figura 13. Zanjador



Fuente: <http://Agroinformación.com>

Tabla XI. Especificaciones de zanjadores

Código	Peso		Descripción	Tipo de Enganche	Secciones
	Lb.	Kg.			
32361	1478	670	Zanjador	Integral	1
32362	1261	572	Zanjador	Integral	1
32363	1652	749	Zanjador	Integral	1
32364	1304	591	Zanjador	Integral	1

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Tapadora de Semillas

La tapadora de semillas es un implemento que facilita el llenado de los surcos luego de haber depositado la semilla en estos, este implemento va a acoplado al tractor integralmente, por la labor que realiza no se eleva su potencia de tracción.

Figura 14. Tapadora de semilla



Fuente: <http://Agroinformacion.com>

Tabla XII. Especificaciones de Tapadoras de semilla

Código	Peso		Descripción	Tipo de Enganche	Secciones	Machetes
	Lb.	Kg.				Cantidad Por sección
32721	1543	700	Tapadora de semillas	Integral	2	1X1
32651	1543	700	Tapadora de Zanjas	Integral	2	1X1
32652	1543	700	Tapadora de Zanjas	Integral	2	1X1

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Trailla

El traillado consiste en mover tierra, nivelar campos y terrenos con gran eficiencia para conseguir en los riegos, que el nivel alcance una altura constante y uniforme en todo el terreno, de tal forma que en la siembra o plantación no queden hoyos o desniveles. Este implemento puede ser arrastrado o suspendido por el tractor y tiene distintos anchos y capacidades. Carga, transporta y vacía la tierra en aquellos sectores del área de laboreo en los que es necesario su empleo, realizando una nivelación en mejores condiciones que los otros implementos.

Figuras 15 y 16. Traíllas





Fuente: Manual de Traíllas Reynolds Internacional, L.P.

Tabla XIII. Especificaciones de Traíllas

Código	Peso		Descripción	Tipo de Enganche	Acoplamiento al tractor	Neumáticos
	Lb.	Kg.				
32221	5948	2698	Traílla	Barra de Tiro	Mangueras Hidráulicas	6
32222	5948	2698	Traílla	Barra de Tiro	Mangueras Hidráulicas	6
32223	5948	2698	Traílla	Barra de Tiro	Mangueras Hidráulicas	6
32224	5948	2698	Traílla	Barra de Tiro	Mangueras Hidráulicas	6

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Cilindro de Pizones

Estos cilindros de gran tamaño y peso se acoplan al tractor por medio de la barra de tiro, están dotados de una serie de tacos que son utilizados para la compactación del suelo.

Tabla XIV. Especificaciones de cilindro de pizones

Código	Peso		Clase de Implemento	Tipo de Enganche
	Lb.	Kg.		
32801	50,000	22680	Cilindro de Pizones	Barra de tiro
32802	50,000	22680	Cilindro de Pizones	Barra de tiro

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Niveladora trasera

Este implemento es utilizado para corregir las irregularidades del terreno, ya sea para el establecimiento de cultivos con riego, para la apertura de caminos o para facilitar las labores de recolección mecanizada. El elemento de trabajo de la niveladora, es una cuchilla, puede ser de tiro o de enganche integral. La regulación de la niveladora, permite que la hoja forme ángulos con la dirección de avance de 0 grados, 15 grados, 30 grados, 45 grados a la izquierda o a la derecha, igualmente puede permitir una inclinación vertical. Al nivelar la cuchilla trabaja en todas direcciones, cortando tierra de las partes altas y vaciándola en las partes bajas, es así como este implemento puede hacer un trabajo de emparejamiento o de nivelación.

Figura 17. Niveladora trasera



Fuente: <http://Agroinformación.com>

Tabla XV. Especificaciones de niveladora trasera

Código	Peso		Clase de Implemento	Tipo de Enganche
	Lb.	Kg.		
32821	1102	500	Niveladora trasera	Semi-integral

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Rotavator

La finalidad de este implemento es de destruir hierbas y mullir la capa superficial del suelo, están formados por un eje horizontal perpendicular al sentido del avance, al que están unidas una serie de cuchillas colocadas en varios helicoidales del eje, el eje de este implemento es accionado por la toma de fuerza del tractor.

Figura 18. Rotavator



Fuente: <http://Agroinformación.com>

Tabla XVI. Especificaciones del rotavator

Código	Clase de Implemento	Tipo de Enganche	Acople
38101	Rotavator	Integral	Toma de Fuerza

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Peine

Este implemento está dotado de una serie de astas verticales y flexibles que remueven y acordonan los residuos de caña dejados durante la cosecha, esta labor es muy fácil de ejecutar. Puesto que gracias a sus astas flexibles quedan sobre el terreno los elementos más pesados como piedras, troncos, etc.

Tabla XVII. Especificaciones del peine

Código	Peso		Tipo de Enganche	Número de Aspas
	lb.	Kg.		
32301	1720	780	Integral	57
32302	1720	780	Integral	57
32303	1720	780	Integral	57
32304	1720	780	Integral	57
32341	1720	780	Integral	14
32342	1720	780	Integral	10

Datos proporcionados por Mario Aguilar, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

Rastra de cultivo

Formadas por discos cóncavos o cónicos y con el borde liso o dentado, se suelen utilizar en el laboreo mínimo, trabajando en terrenos con raíces, restos vegetales y para evitar que la tierra se compacte excesivamente. La

separación de los discos depende de la labor que se desee realizar, los discos traseros y delanteros van colocados en diferente sentido para que la tierra no se desplace siempre hacia el mismo lado.

Figura 19. Rastra de cultivo



Fuente: Agroindustriales del Valle LTDA. Sep. 19 de 2005

Tabla XVIII. Especificaciones de las rastras de cultivo

Código	Peso		Tipo de Enganche	Secciones	Diámetro de Discos	Tipo de Discos	Cantidad por Sección			
	Lb.	Kg.					Discos	Discos	Machetes	Ruedas con Astas
38009	2314	1050	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38011	2513	1140	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38012	2271	1030	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38013	2337	1060	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38014	2292	1040	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38015	2292	1040	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38016	2360	1070	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38017	2360	1070	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38018	2260	1025	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38019	2260	1025	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38021	2227	1010	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0

Continuación

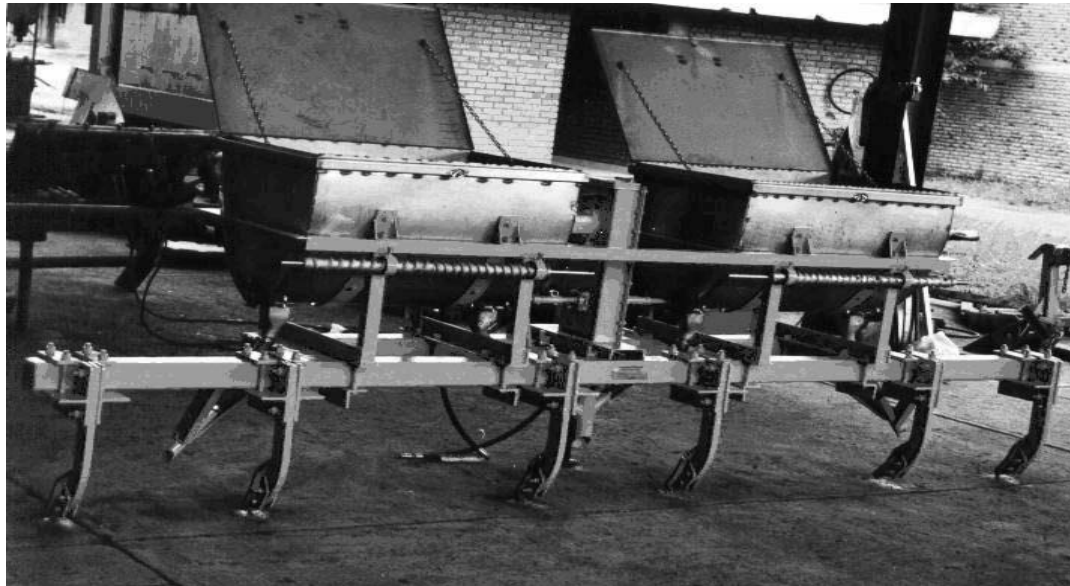
38022	2227	1010	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38026	1323	600	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38027	1499	680	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38028	1550	703	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38029	1716	778	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38031	2028	920	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38032	1998	906	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38033	2315	1050	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38034	2315	1050	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38035	1433	650	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38036	1433	650	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38037	1410	640	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38038	1410	640	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38039	1410	640	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38040	1410	640	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38041	2339	1061	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	9X1	12X1	0	0
38042	2271	1030	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	9X1	12X1	0	0
38043	2011	912	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	9X1	12X1	0	0
38044	2425	1100	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	9X1	12X1	0	0
38049	2601	1180	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38050	2960	1343	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38051	2778	1260	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38052	2624	1190	Integral	4	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	0	0
38053	2804	1272	Integral	8	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	1X1	0
38054	2804	1272	Integral	8	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	4X1	0	1X1	0
38914	0	0	Integral	15	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	0	0	0	4X1
38915	0	0	Integral	15	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	0	0	0	4X1
38916	0	0	Integral	15	24 pulgadas	Cóncavos Dentados	0	0	0	4X1

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Abonadora

La tarea de este implemento está destinada a las operaciones de subsolar y abonar. Su tipo de enganche es integral. Dotada de tolvas donde es depositada la carga de abono que luego es descargada por el accionamiento de tornillos sin fin que están instalados dentro de la tolva y que son accionados hidráulicamente.

Figura 20. Abonadora



Fuente: Agroindustriales del Valle LTDA. Sep. 19 de 2005

Tabla XIX. Especificaciones de las abonadoras

Código	Peso		Tipo de Enganche	Número de Tolvas	Capacidad por Tolva	Acoplamiento al Tractor	Secciones	Cantidad por Sección		
	Libras	Kg.						Rolos	Machetes	Discos
11003	1180	535	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11004	2320	1052	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11008	1700	771	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11009	1560	708	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11011	1700	771	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11012	1700	771	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11013	3549	1610	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11014	2138	970	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11016	3549	1610	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11018	3549	1610	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Abonocultivadora:

Este implemento realiza, en una sola pasada, las operaciones de subsolar, cultivar y abonar. Esta labor favorece un mayor crecimiento en las socas o renuevos, y restringe la pérdida de agua del suelo por evaporación. Aparte, al aflojarse el terreno se incrementa notablemente la infiltración de agua, reduciendo y en casos anulando, su efecto erosivo. Como resultado, se logra un mayor desarrollo del cultivo y un cierre más temprano que reduce la erosión del suelo y el énfasis en el control de malezas.

Este implemento igualmente que la abonadora es de enganche integral, dotada con tolvas y tornillos sin fin accionados hidráulicamente.

Figura 21. Abonocultivadora



Fuente: Finca La Coqueta, Ingenio La Unión S.A.

Tabla XX. Especificaciones de las abonocultivadoras

Código	Peso		Tipo de Enganche	Número de Tolvas	Capacidad por Tolva	Acoplamiento al Tractor	Secciones	Cantidad por Sección		
	Libras	Kg.						Rodos	Machetes	Discos
11501	4497	2040	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11502	4630	2100	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11503	4630	2100	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	0	1X1	0
11510	4276	1940	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11511	4046	1835	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11513	4405	1998	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11514	4850	2200	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11515	4762	2160	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11516	4123	1870	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	2	1X1	0
11517	3565	1617	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	6	2	1X1	0
11518	3762	1706	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	4	2	1X1	4X1
11519	3717	1686	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11520	3717	1686	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11521	3760	1706	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11522	3780	1715	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1
11523	4110	1864	Integral	2	907 Kg (2000Lb)	Mangueras Hidráulicas	8	0	1X1	4X1

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Tanque agroquímico

Deposito utilizado con el propósito de suministrar producto herbicida a las bombas de presión o mochilas y así, poder llevar a cabo la labor de eliminar malezas que invaden el cultivo de la caña de azúcar.

Tabla XXI. Especificaciones de depósitos agroquímicos

Código	Peso		Tipo de Enganche	Neumáticos	Capacidad del Depósito
	Lb.	Kg.			Galones
15001	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15002	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15003	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15004	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15005	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15006	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15007	4131	1874	Barra de tiro	2	825
15008	4131	1874	Barra de tiro	2	825
15009	4131	1874	Barra de tiro	2	825
15010	4131	1874	Barra de tiro	2	825
15011	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15012	6259	2839	Barra de tiro	2	1250
15013	6426	2915	Barra de tiro	2	1296
15017	4057	1840	Barra de tiro	4	810
15018	4057	1840	Barra de tiro	4	810
15019	4057	1840	Barra de tiro	4	810
15051	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15052	4057	1840	Barra de tiro	2	810
15053	4057	1840	Barra de tiro	2	810

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Aguilón

Este implemento puede ser de tiro o integral es utilizado para combatir químicamente las malezas que afectan el cultivo de la caña de azúcar. Su accionamiento es por medio de la toma de fuerza que transmite potencia a la bomba del aguilón.

Figura 22. Aguilón



Fuente: Jas de Occidente S.A. de C.V. Maquinaria Agrícola

Tabla XXII. Especificaciones de los aguilones

Código	Peso		Tipo de Enganche	Acoplamiento al Tractor	Neumáticos
	lb.	Kg.			
12001	220	100	Integral	0	0
15501	904	410	Integral	Toma de Fuerza	0
15502	904	410	Integral	Toma de Fuerza	0
15503	904	410	Integral	Toma de Fuerza	0
15504	705	320	Integral	Toma de Fuerza	0
15505	705	320	Integral	Toma de Fuerza	0
15506	705	320	Integral	Toma de Fuerza	0
15507	562	255	Integral	Toma de Fuerza	0
15508	1100	499	Barra de tiro	Toma de Fuerza	2
15509	2425	1100	Barra de tiro	Toma de Fuerza	4

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

2.3.2 Tabla de actividades que elaboran

La tabla muestra las actividades que tiene el implemento para satisfacer las necesidades de una buena producción agrícola.

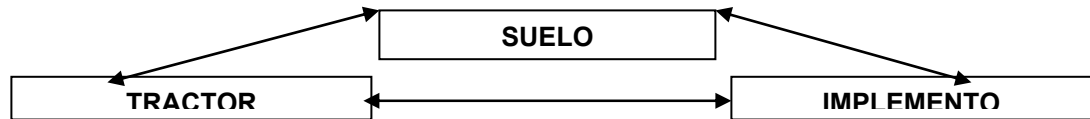
Tabla XXIII. Actividades que se desarrollan con el uso de implementos agrícolas dentro de cada departamento

Implemento	Aplicación	Departamento
Rastra	Rompedora	Ingeniería Agrícola
Rastra	Pulidora	Ingeniería Agrícola
Surcador	Surcado	Ingeniería Agrícola
Solsolador	Subsolado	Ingeniería Agrícola
Sanjador	Sanjado	Ingeniería Agrícola
Tapadora de zanjas	Nivelación	Ingeniería Agrícola
Trailla	Nivelación	Ingeniería Agrícola
Cilindro de pizones	Compactación	Ingeniería Agrícola
Niveladora trasera	Nivelación	Ingeniería Agrícola
Rotavator	Mullir	Ingeniería Agrícola
Peine	Limpieza de Terreno	Ingeniería Agrícola
Rastra	Cultivo	Labores de Cultivo
Abonadoras	Abono y Subsolado	Labores de Cultivo
Abonocultivadoras	Abono, Cultivo Subsolado	Labores de Cultivo
Aguilones	Herbicida	Labores de Cultivo
Agroquímicos	Fumigación	Labores de Cultivo

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Véliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Según cual sea la aplicación y el estado del terreno a trabajar se podrá obtener un dato de la eficiencia de los implementos y su combinación con el tractor agrícola tal y como lo muestra el diagrama que esta a continuación y que indica la combinación que debe de existir entre los tres.

Figura 23. Relación máquina-suelo



Fuente: Cortés, Elkim Mecanización Agrícola, Relación máquina-suelo

2.4 Proyección de la flota de tractores

La flota de tractores del Ingenio La Unión, está destinada prestar un servicio eficaz en la mecanización de las tareas agrícolas, así como de ayuda para lograr una buena producción agrícola en el campo.

2.4.1 Organización dentro del departamento

El taller Automotriz y Agrícola del Ingenio La Unión está representado por el Superintendente de taller donde su función es administrar y delegar autoridad para que se cumplan todos los requisitos de mantenimiento de la maquinara de campo.

Los jefes de taller, es su función asignarles a sus supervisores las tareas que deben cumplir en sus respectivas áreas.

El jefe de taller automotriz tiene a su cargo las áreas de cabezales, autobuses, equipo de arrastre, vehículos livianos y motos, enderezado y pintura, radiadores, aire acondicionado cada área con su respectivo supervisor.

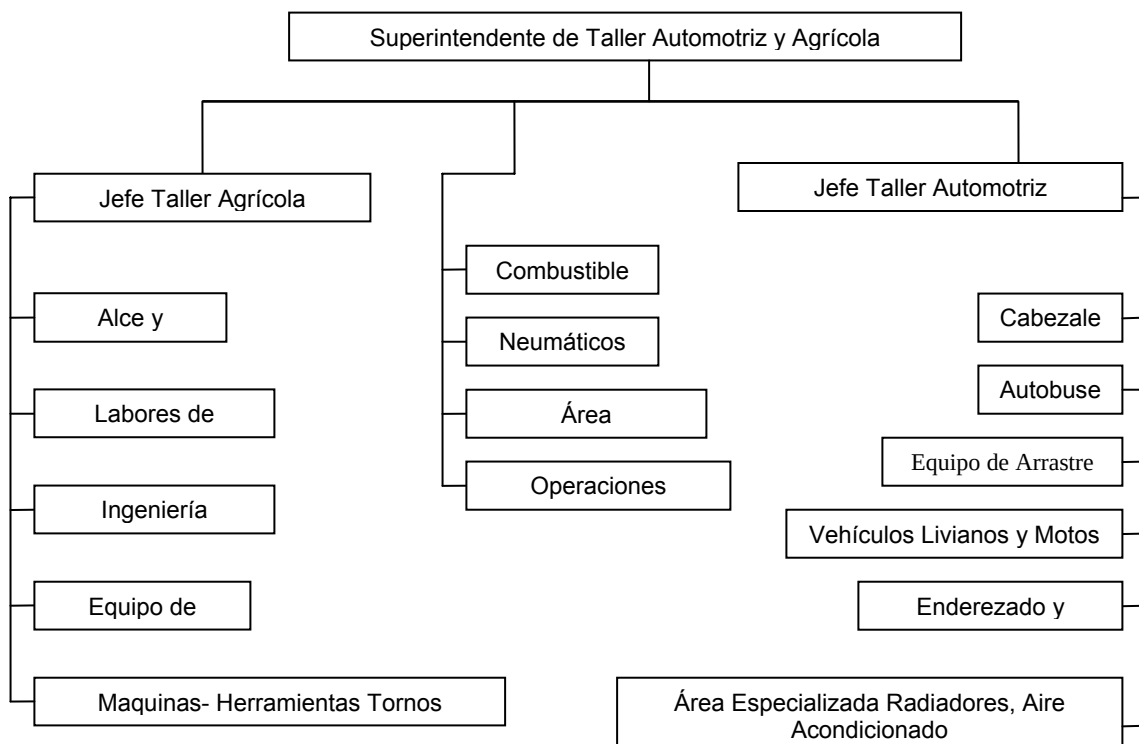
El jefe de taller agrícola tiene a su cargo las áreas de alce y cosecha, labores de cultivo, ingeniería agrícola, equipo de riego y tornos, así mismo cada área cuenta con su respectivo supervisor.

Los supervisores tienen a su cargo asignarle al personal un trabajo específico ya sea dentro o fuera de las instalaciones del taller, también se encargan de llevar un control de los trabajos que se le hacen a la maquinaria.

El departamento de mantenimiento depende mucho de la bodega ya que a esta es donde se pasan todas las requisiciones, y si esta lo tiene en existencia con solo llenar un vale y con el visto bueno del Superintendente y jefe de taller, se procede a retirar el repuesto de la bodega.

Funcionando de esta manera, se complementan las acciones del Taller Automotriz y Agrícola para alcanzar las metas propuestas por el departamento.

Figura 24. Organigrama del Taller Automotriz y Agrícola del Ingenio La Unión



Fuente: Taller Automotriz y Agrícola, Ingenio La Unión S.A.

2.4.2 Misión y Visión de la organización

Visión

Optimizar la satisfacción de los usuarios del equipo y maquinaria.

Misión

Mantener en condiciones de funcionamiento y prolongar la vida útil de todo el equipo y maquinaria que interviene en la producción de caña de azúcar de Ingenio La Unión.

2.5 Clasificación y descripción de los tractores agrícolas

En el mercado existe una muy variada gama de tractores. Los mismos actúan para el arrastre de maquinaria. Según el implemento que arrastre, el tractor deberá realizar una mayor fuerza. Existe una relación directa entre la potencia del tractor (medida en Hp) y el implemento que vaya a arrastrar. Existen tractores con doble tracción, articulados y con rodado dual (para un mayor agarre y menor compactación del suelo).

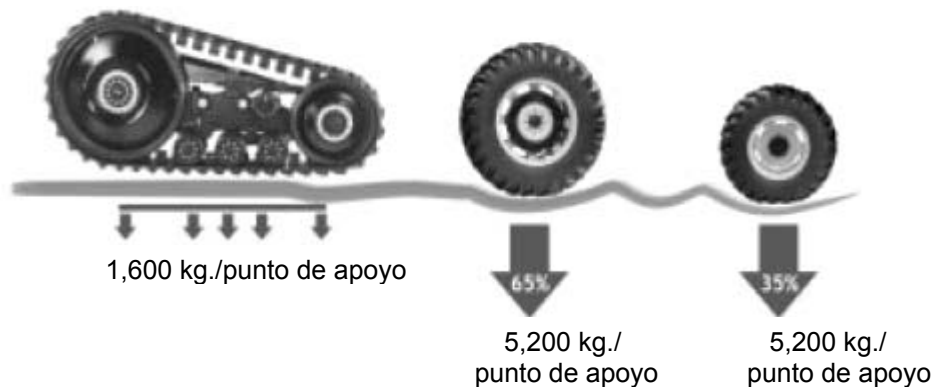
2.5.1 Clasificación de los tractores utilizados

Los tractores se pueden clasificar desde diferentes puntos de vista, por: sistema de rodadura, trabajos que realizan, tipos de acoplamiento y tractores especiales.

2.5.1.1 Por rodado

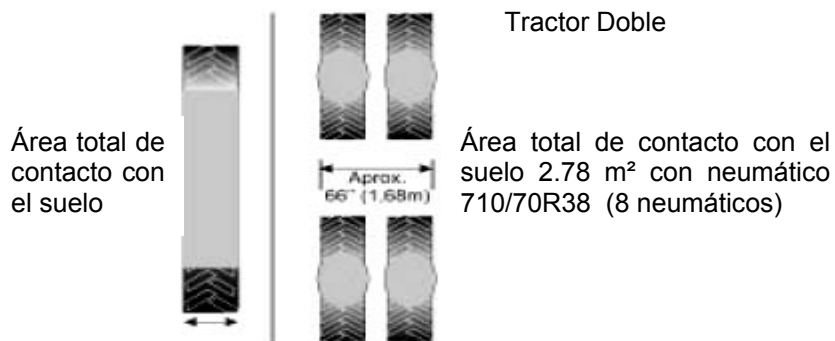
El tractor agrícola por lo general, suele ir equipado con ruedas o neumáticos fuertes, y con orugas, con la finalidad que se adhieran fácilmente al terreno.

Figura 25. Compactación causada por el peso del tractor



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Figura 26. Compactación superficial causada por la presión de los neumáticos y orugas de los tractores



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

La adherencia del tractor al terreno depende casi exclusivamente de su propio peso, del de la carga y también, aunque en menor medida, del material de las llantas de su rueda. Es importante también la naturaleza del terreno sobre la que el tractor se asienta. Si el peso aumenta, las ruedas penetrarán con más fuerza en las desigualdades del terreno. Pero si se desea aumentar el peso de la máquina con el fin de aumentar su adherencia, se deberá elevar también el esfuerzo de tracción necesario; por tanto, el peso deberá mantenerse por debajo de un cierto límite máximo determinado por el motor. Esta relación entre peso y adherencia presenta otro límite que nada tiene que ver con la potencia del motor, y es el que determina la economía de funcionamiento del tractor, pues no sería práctico arrastrar un peso muerto considerable. La mejor solución práctica a este problema se encontrara con la consecución de la máxima adherencia con un peso mínimo, para ello se han construido tractores con las cuatro ruedas motrices, esto es, las cuatro ruedas reciben la acción directa del motor y se adaptan a las irregularidades del terreno.

2.5.1.1.1 Tractor de orugas o carriles

En el tractor de oruga la rueda delantera se encuentra unida a la trasera del mismo flanco mediante una cinta continua de eslabones dentados. La rueda trasera, también dentada, transmite la potencia o energía de marcha a la cadena de oruga. El peso del cuerpo del tractor suele reposar en parte sobre el eje trasero y en parte sobre un muelle transversal de ballesta, que transmite la carga a una serie de rodillos portantes que ruedan sobre la oruga. El tractor de orugas es preferible en terrenos blandos o enfangados y si las pendientes son fuertes.

Figura 27. Tractor de orugas



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Los tractores de orugas son lentos pero pueden remolcar cargas muy pesadas. La adherencia que presentan con el terreno es muy grande y a pesar de su gran peso, no profundizan mucho en él, debido a la gran superficie de contacto que ofrecen las orugas. Este tipo de tractores no poseen diferencial, la maniobra de girar de un lado al otro se realiza desembragando el mecanismo de la oruga del lado al que se requiere girar. En este momento se gira la oruga del lado contrario al de giro, lo que favorece que el tractor cambie de trayectoria. Si se desea realizar la maniobra de giro con más prontitud, la oruga del lado al que se quiere girar debe invertir su marcha, a la vez que la otra oruga sigue girando en el sentido de la marcha. Esto permite realizar la maniobra de giro en un espacio poco mayor que la longitud del vehículo.

2.5.1.1.2 Tractor de ruedas neumáticas

Los tractores que incorporan neumáticos permiten mayores velocidades y, además no patinan sobre el terreno rocoso ni estropean el pavimento si han de circular por carreteras.

Figura 28. Tractor de ruedas neumáticas



Fuente: Folleto Case MXM series MAXXUM Tractors 95-160 PTO HP

Para que el tractor pueda marchar por toda clase de terrenos, tanto la transmisión como la suspensión deben ser las más elásticas posibles, dentro de la rigidez inherente a las grandes dimensiones de todos sus órganos. De esta manera se permitirá a los ejes, o a los puentes que los sostienen, inclinaciones relativas de consideración. Además los elementos mecánicos deberán ir montados lo más alto posible para superar los obstáculos de consideración en el terreno.

Es muy importante saber que las ruedas son órganos de tracción que tienen una importancia fundamental en la adherencia del tractor a la superficie sobre la que marchan. Dado el gran peso de este tipo de maquinaria, las llantas deberán ser anchas, para que no se hunda excesivamente en el terreno. La cubierta suele ser de caucho endurecido, que es el que generalmente se emplea en marcha sobre la carretera.

El tractor agrícola de ruedas tiene como objetivos desarrollar fuerza de tiro o tracción, y suministrar potencia mediante sus poleas, eje de toma de fuerza y sistema hidráulico para el accionamiento de mecanismos, máquinas, etc.

2.5.1.2 Por tracción

Los primeros tractores tenían la transmisión en dos ruedas, con la potencia de tracción en las ruedas traseras. Gradualmente, se volvió común que los tractores agrícolas grandes se equiparan con transmisiones en las cuatro ruedas.

2.5.1.2.1 Tractor de dos ruedas motrices

Los tractores con tracción en dos ruedas varían, porque al girar las ruedas delanteras, estas reciben un empuje extra del suelo. Lo que significa pérdida de potencia, en la mayoría de los casos y según la condición de trabajo es asistida por la tracción delantera mecánica.

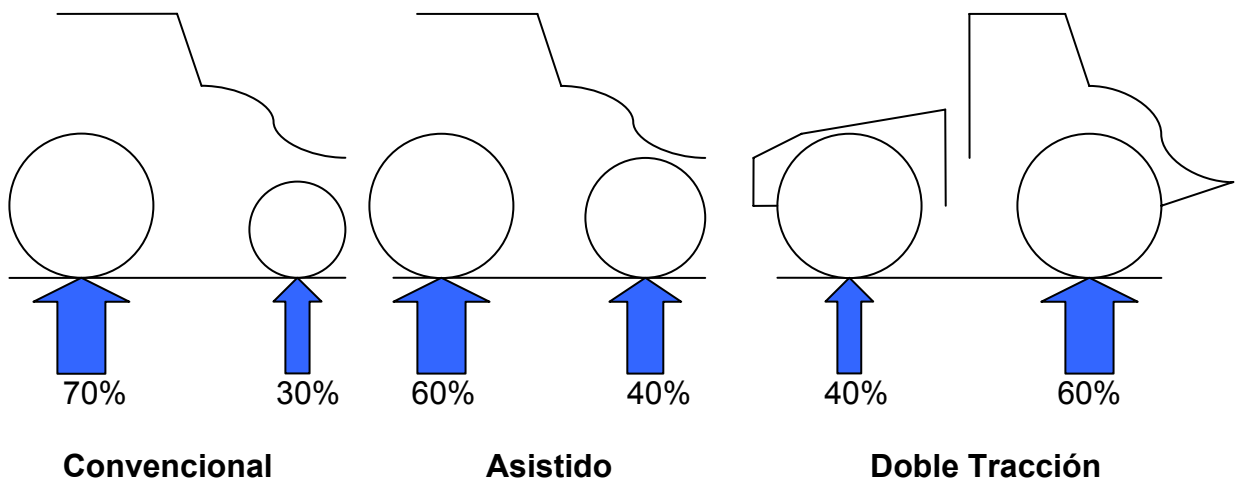
2.5.1.2.2 Tractor de cuatro ruedas motrices

El fundamento de la doble tracción es mejorar la capacidad de tracción del tractor, es decir la transitabilidad. El tractor agrícola debe tener una alta

capacidad de transitar sobre suelos difíciles, pues la exigencia no se agota en que el mismo se auto transporte, si no que, como tarea normal, se requiere que además traccione con algún implemento. El propio autotransporte, se debe considerar una pérdida de potencia y por lo tanto, el diseño debe tender a disminuirlo. Las pérdidas que se producen en el autotransporte son tres: pérdidas por transmisión, perdidas por rodadura y pérdidas por patinaje. Sobre las primeras pérdidas la injerencia del operador es casi nula, pero sobre las restantes es mucho lo que se puede hacer.

En la figura se esquematizan los sistemas citados con las distribuciones normales de peso estático que deberían respetarse.

Figura 29. Distribución de peso en los tractores agrícolas



Fuente: Linares, P. 1996. Teoría de la tracción de tractores agrícolas Universidad Politécnica de Madrid

2.5.1.3 Por su especialización agrícola.

2.5.1.3.1 Tractor estándar

Tractor estándar es utilizado para poder desplazarse a elevada velocidad gracias al diseño de su chasis y a un sistema de suspensión, que incrementa su estabilidad.

2.5.1.3.2 Tractores altos

La aplicación de estos tractores será necesaria en terreno donde se requiera un alto despeje, para llevar a cabo sus tareas, con mayor economía y en menor tiempo.

2.6 Descripción del motor

El motor de un tractor es una máquina capaz de desarrollar potencia para propulsar el vehículo y realizar una labor determinada. El tractor es, a su vez, una máquina muy versátil y se le pide que haga operaciones muy diversas, con objetivos a veces opuestos, como arar, sembrar, transportar remolques y otras más específicas aún, como las operaciones lentas, según el implemento que sea acoplado al tractor opondrá una gran resistencia a la marcha, por lo que no se les expondrá exigir una gran velocidad. La velocidad suele ser inferior a los 30 kilómetros por hora. Sin embargo, el par de arranque deberá ser grande para efectuar la salida en toda clase de situaciones y de pendiente. Estas son las razones por las que el motor de un tractor suministra gran potencia y no una excesiva velocidad. El carné de identidad del motor, son sus curvas características, que se obtienen en estaciones de ensayo oficiales según ensayos normalizados. En ellas figura el par motor y la potencia en función del

régimen de giro del motor. Los ensayos se pueden hacer midiendo el par y el régimen directamente en el cigüeñal del motor, pero es más frecuente medir en la toma de fuerza del tractor, sin tener que desmontarlo. También existen frenos dinamométricos portátiles que se utilizan para comprobar el estado del motor.

2.6.1 Modelos

Los modelos existentes dentro de la empresa están distribuidos dentro de sus áreas según la aplicación de potencia que se necesita para poder llevar a cabo las tareas que se les son asignadas a cada tractor en el campo.

Tabla XXIV. Especificaciones técnicas de los diferentes modelos de tractores agrícolas utilizados en la producción de caña de azúcar

Tractor Modelo	Aspiración	Combustible	Cilindros	Relación de Compresión	Potencia del Motor	Potencia de la TDF	Tracción
2755	Turbocargado	Diesel	4	17.8:1	88 HP	75HP	Tracción Delantera Mecánica
2850	Turbocargado	Diesel	4	17.8:1	95 HP	75 HP	Tracción Delantera Mecánica
3350	Aspiración Natural	Diesel	6	17.8:1	101 HP	92 HP	Tracción Delantera Mecánica
4255	Turbocargado	Diesel	6	16.0:1	129 HP	120 HP	Tracción Delantera Mecánica
4455	Turbocargado	Diesel	6	16.0:1	149 HP	140 HP	Tracción Delantera Mecánica
5400	Turbocargado	Diesel	3	17.8:1	69 HP	60 HP	Tracción Delantera Mecánica
6415	Turbocargado	Diesel	4	17.0:1	105 HP	90 HP	Tracción Delantera Mecánica
7400	Turbocargado	Diesel	6	17.8:1	109 HP	100 HP	Tracción Delantera Mecánica
7410	Turbocargado	Diesel	6	17.0:1	120 HP	105 HP	Tracción Delantera Mecánica
7510	Turbocargado	Diesel	6	17.0:1	135 HP	115 HP	Tracción Delantera Mecánica
7820	Turbocargado Postenfriado	Diesel	6	16.5:1	206 HP	155 HP	Tracción Delantera Mecánica
V275	Turbocargado	Diesel	6	18.1:1	485 HP	●	Doble Tracción
V-167HP91	Turbocargado	Diesel	6	18.1:1	167 HP	●	Doble Tracción
V234 - PH	Turbocargado	Diesel	6	18.1:1	434 HP	●	Doble Tracción
MX170	Turbocargado	Diesel	6	18.1:1	170 HP	145 HP	Tracción Delantera Mecánica
STX325	Turbocargado	Diesel	6	16.5:1	325 HP	305 HP	Doble Tracción
8520	Turbocargado Postenfriado	Diesel	6	16.5:1	300 HP	255 HP	Asistida con suspensión Independiente
MXM 175	Turbocargado	Diesel	6	17.5:1	175 HP	145 HP	Tracción Delantera Mecánica
D-4H	Aspiración Natural	Diesel	4	17.8:1	90 HP	●	Oruga
D-5	Aspiración Natural	Diesel	6	17.8:1	100 HP	●	Oruga
D-5B	Aspiración Natural	Diesel	6	17.8:1	105 HP	●	Oruga
C80	Turbocargado	Diesel	6	17.8:1	80 HP	68 HP	Tracción Delantera Mecánica

Fuente: Manuales del operador de cada tractor según su serie, modelo y marca

2.7 Mantenimiento del tractor agrícola

Todo aquel que opere un tractor, ya sea para labores agrícolas o transporte debe ser conciente, que el tractor para que funcione en forma adecuada debe ser cuidado en forma correcta.

Cuidar el tractor significa, operarlo en forma correcta y realizar todas las tareas de mantenimiento que se establecen para prolongar la vida útil.

2.7.1 El Mantenimiento

El mantenimiento esta constituido por todas aquellas actividades que están destinadas a tener el taller en buen estado y sus equipos en las mejores condiciones posibles de funcionamiento, existen varias formas para mantenimiento orientada al mismo objetivo que es evitar el deterioro prematuro de los equipos, prolongar su vida útil, así como mantenerlos en las mejores condiciones posibles de operación.

Estas distintas formas de mantenimiento se difieren unas de otras en el momento de aplicación de sus acciones y en los procedimientos básicos de administrarse, aunque el fin es el mismo, para llegar a el son diferentes, así como sus niveles de sofisticación. Cada forma de mantenimiento requiere de cierta organización administrativa. Una de las mayores diferencias estriba en el desarrollo con que cuenta su organización administrativa.

2.7.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de los tractores se lleva a cabo en el taller y en el campo, siendo este último el más frecuente. El mantenimiento en taller se realiza por medio de dos fases: lubricación y revisión mecánica donde interviene un mecánico agrícola por fase. El mantenimiento en el campo lo realiza un solo mecánico agrícola, al cual le brindan la información sobre la ubicación del tractor y este se moviliza por medio de la unidad de mantenimiento, la cual está dotada de equipo y herramienta adecuada para realizar la actividad de campo. Los operadores realizan el mantenimiento preventivo guiándose en las actividades descritas en los tipos de tareas a realizar las cuales se programan cada período (horas) de operación.

El supervisor es el encargado de programar los servicios de mantenimiento preventivo, guiándose en la información proporcionada por los administradores de finca y técnicos mecánicos de campo, basada en la lectura del horómetro de la máquina.

2.7.3 Operaciones de mantenimiento preventivo del tractor agrícola

El mantenimiento de un tractor se determina según las horas de trabajo, en cual en cada una de ellas se detallara en pauta de operación.

Cada 10 horas

Esta operación esta encargada al operador del tractor, debido que es de su obligación revisar el tractor diariamente antes de realizar una tarea agrícola.

Tabla XXV. Mantenimiento diario del tractor agrícola

Mantenimiento cada 10 horas	Tarea a realizar	Tareas realizadas en el campo
Revisar nivel de aceite del motor.	•	•
Revisar nivel de líquido refrigerante del radiador.	•	•
Revisar reapreté de ruedas delanteras y traseras.	•	•
Revisar y limpiar filtro de aire	•	•
Revisar la tensión de la correa del ventilador.	•	•
Observar la existencia de fugas.	•	•

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Veliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Diariamente las unidades de mantenimiento se encargan de ciertas tareas que en el campo le es imposible realizar como lo son la limpieza del filtro de aire, y el abastecimiento de combustible.

Cada 50 horas

Luego de pasadas 50 horas de trabajo el operador, quien lleva el conteo diario del horómetro del tractor le indicara al encargado o administrador de finca que es el momento de su servicio, este deberá informar al supervisor encargado que es el momento del mantenimiento de los tractores que estén a su disposición .

Los encargados de realizar estas tareas serán los técnicos mecánicos asignados a las unidades de mantenimiento

Tabla XXVI. Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 50 horas de trabajo

Mantenimiento cada 50 horas	Tarea a realizar	Tareas realizadas el en campo
Controlar tensión del ventilador y nivel del agua del radiador.	•	•
Reapretar tapa de cilindros y tuercas de los múltiples de admisión y escape.	•	•
Regular luz de válvulas.	•	•
Cambiar filtro de combustible.	•	•
Cambiar el aceite del filtro de aire.	•	•
Engrase de las articulaciones de las barras de dirección.	•	•
Engrase de los pivotes de los muñones de dirección de las ruedas delanteras y del eje trasero.	•	•
Engrase del rodamiento de presión del embrague y del eje de los pedales de freno y embrague.	•	•
Engrase de las articulaciones del cilindro hidráulico.	•	•
Engrase de las articulaciones del mecanismo de suspensión.	•	•
Engrase de la manilla de mando del distribuidor suplementario.	•	•
Verificación del nivel de electrolitos de la batería.	•	•
Verificación de la densidad de los electrolitos de la batería.	•	•
Cambio de aceite del motor.	•	•
Cambio de filtro de aceite del motor.	•	•
Cambio de aceite de la transmisión.	•	•
Cambio de aceite de los reductores.	•	•
Limpiar filtro del sistema hidráulico.	•	•
Cambiar aceite de la dirección hidrostática.	•	•
Limpiar filtro de la dirección hidrostática.	•	•
Regular frenos.	•	•
Regular embrague.	•	•

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Veliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Cada 250 horas

El mantenimiento de 250 horas será efectuado por las unidades de servicio. Se debe comunicar al servicio técnico el cumplimiento de las horas, el cual realizará el siguiente trabajo.

Tabla XXVII. Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 250 horas de trabajo

Mantenimiento cada 250 horas	Tareas a realizar	Tarea a realizar en el campo
Cambiar aceite del motor.	•	•
Cambiar filtro de aceite del motor.	•	•
Cambiar filtro de combustible.	•	•
Limpiar y lavar elementos del filtro de aire	•	•
Verificación y regulación del avance de inyección.	•	•
Verificación y regulación de la caída libre del pedal de la manija de mando del embrague.	•	•
Engrase de los rodamientos de las ruedas delanteras.	•	•
Verificación del nivel de aceite de la transmisión.	•	•
Verificación del nivel de aceite de los reductores finales.	•	•
Verificación del nivel de aceite del depósito de la bomba hidráulica de dirección.	•	•
Regular frenos.	•	•
Reapretar pernos de ruedas.	•	•
Engrase general del tractor.	•	•

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Veliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

Para proseguir con el buen cuidado y mantenimiento de la maquinaria será deber del administrador de cada finca solicitar las revisiones necesarias al taller. El supervisor encargado a través del servicio técnico de la unidad de mantenimiento informará al administrador de la finca cada cuanto tiempo revisar la maquinaria. Luego del mantenimiento de las 250 horas, se tendrán en cuenta o más bien se realizaran cada 300 horas, realizando los mismos ítems de la revisión de 250 horas para cuando el tractor cumpla 1000 horas de trabajo posteriormente cada 1000 horas se efectuarán las siguientes funciones.

Tabla XXVIII. Mantenimiento del tractor agrícola pasadas 50 horas de trabajo

Mantenimiento cada 250 horas	Tareas a realizar	Tarea a realizar en el campo	Técnico especializado
Cambiar aceite de la transmisión	•	•	
Cambiar aceite de los reductores finales	•	•	
Cambiar aceite y filtro del sistema hidráulico	•	•	
Regulación de inyección	•	•	
Calibrado de inyectores y la bomba de inyección por el servicio técnico especializado	•		•
Cambiar el filtro de combustible	•	•	

Datos proporcionados por Ingeniero Julio Veliz, supervisor de maquinaria agrícola del departamento de Labores de Cultivo, Ingenio La Unión S.A.

2.7.4 Inspecciones

Las inspecciones son listas que indican las partes de un artefacto o maquinaria que hay que inspeccionar o probar; generalmente presentan lugares para anotaciones sencillas durante todo un año. Deben estar colocadas al lado mismo de la maquinaria a que se refiere el programa. Para permitir a supervisores verificar objetivamente si los trabajos que indican las anotaciones en este programa, han sido ejecutados en la máquina.

2.7.5 Visitas

Estas son listas de los lugares o artefactos a los cuales debe dirigirse el personal de mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se haya estimado necesaria, para desarrollar los trabajos de mantenimiento recomendados por el fabricante, y la propia experiencia de los técnicos de mantenimiento en la especialidad.

Es necesario usar dos tipos de programas de visita, a largo y corto plazo. El primero debe ser mensual y el segundo debe ser diario. El primero debe ser preparado por el jefe de mantenimiento. Dicho programa será fijo y será el resultado de una junta de planeación del mantenimiento, en la que intervendrán los supervisores de maquinaria, en estas se discutirán la cantidad y calidad de trabajo a desarrollar de cada visita.

2.7.6 Mantenimiento correctivo

Es la actividad humana desarrollada en la maquinaria, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñados. Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a cabo, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio es decir, que esta se coloque dentro de los límites esperados ya sea que para tal efecto se hagan arreglos provisionales o definitivos.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención inmediata, por lo que esta no puede ser programada, solo se tramita y se controla por medio de reportes de máquina fuera de servicio por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando un servicio.

2.7.6.1 Costo de mantenimiento.

Son aquellos gastos necesarios para mantener en funcionamiento la maquinaria; el tipo de costo se puede clasificar según el tipo de mantenimiento realizado; preventivo, correctivo y predictivo.

Generalmente dentro del Ingenio La Unión el mantenimiento preventivo se realiza dependiendo el kilometraje o las horas de trabajo de los tractores.

El tipo de costo de mantenimiento predictivo va ligado a un buen sistema de control, el cual va a marcar la pauta para generar dicho mantenimiento.

El tipo de costo de mantenimiento correctivo se da únicamente cuando falla alguna pieza o un equipo e inmediatamente hay que repararlo, entonces los costos implicados se cargan a este tipo de costo.

En el costo de mantenimiento existen varios tipos de costo como lo son el costo inicial, costo por falla y el costo total, cada uno de ellos se define en términos del cambio del costo total como respuesta a fluctuaciones en las actividades de un objetivo de costos seleccionados, el cual puede medirse en horas hombre trabajadas, horas máquinas y otros índices.

Costo inicial

El costo inicial es el que se da al comprar todo tipo de maquinaria y un stock de repuestos, por lo general para cualquier flota de trabajo agrícola los principales costos son por combustible, llantas, y mantenimiento aun cuando con el resto de costos directos del vehículo y los gastos administrativos que es necesario cumplir para presentar los beneficios obtenidos por el manejo de la flota de tractores.

Costo por falla

El costo por falla es aquel costo que se da conforme se desgasta un equipo por el uso normal o extraordinario o con forme se deprecia la maquinaria este costo se puede ver afectado por factores físicos:

- Deterioro natural: Es el que se da por desgaste abrasivo.
- Destrucción: puede resultar por la destrucción física del equipo a causa del uso, desgaste y obsolescencia.
- Obsolescencia: Es cuando un equipo ya no se considera apto para la unidad.

Costo total

Es la suma de los costos iniciales mas los costos por falla, Son todos los gastos que se dan dentro de la unidad en el departamento de mantenimiento.

3. FASE TÉCNICO – PROFESIONAL

3.1 Datos de trabajo de la flota de tractores, según su división

3.1.1 Horas de trabajo

Las horas de trabajo de todos los tractores agrícolas del Ingenio La Unión son asignadas por el área respectiva, según el trabajo que vayan a desarrollar, durante el período de corte de caña, entran en efecto los trabajos de preparación de suelo, seguido por las labores de cultivo donde el administrador de cada finca es el encargado de asignarles horas de trabajo a los operadores de la maquinaria agrícola.

3.1.2 Tipo de terreno

Existen variedades de terrenos donde se desarrollan trabajos agrícolas, es muy importante el estudio de estos para las aplicaciones agrícolas, así como del desarrollo de la maquinaria en estos, puesto que no se utilizara el mismo rango de potencia en un terreno arcilloso, como en un terreno limo arenoso, depende mucho también de esto, el buen aprovechamiento de la potencia de los tractores mejorando las técnicas de operación y lastrado.

La resistencia al rodamiento es la fuerza paralela a la dirección del movimiento requerida para transportar un implemento del movimiento sobre el suelo. Esta fuerza llega a ser apreciable cuando se usan implementos pesados en suelos blandos o sueltos. En otras palabras es la fuerza que opone el terreno al giro de las ruedas. El vehículo no se moverá mientras no se venga esta fuerza.

Muchos factores determinan la resistencia al rodamiento. Los más importantes son:

- Fricción interna.
- Flexión en los neumáticos.
- Penetración en el suelo.
- Peso sobre las ruedas.
- Presión y diseño de los neumáticos.

Sobre esta base se ha preparado una fórmula para encontrar la resistencia al rodamiento en los vehículos con ruedas:

$$\text{Resistencia al Rodamiento (RR)} = \text{Peso sobre las ruedas} \times \text{Factor RR}$$

Dado que las condiciones del terreno pueden variar infinitamente, existirá un número infinito de posibles Factores de Resistencia al Rodamiento. No obstante en la práctica sólo se consideran 5 factores principales para efectos de cálculo. Se pueden determinar factores intermedios mediante interpolación y cierta experiencia.

Tabla XXIX. Factores típicos de resistencia al rodamiento

Tipo de terreno	Sistema Métrico	Sistema Inglés
Duro y parejo (pavimento de hormigón o bituminoso que no cede bajo el peso)	20 Kg/Ton	40 lb/Ton
Firme (Grava) algo ondulado y que cede un poco bajo la carga	32.5 Kg/Ton	65 lb/Ton
De arcilla dura con surcos, que cede bastante bajo el peso. Se separa muy poco y no se ruega. La penetración máx. de los neumáticos es de 2-3cm	50 Kg/ton	100 lb/Ton
De tierra sin estabilizar, surcado y que cede mucho bajo el peso; los neumáticos se hunden de 10 a 15 cm	75 Kg/ton	150 lb/Ton
Tierra blanda, fangosa y con surcos o arena	100-200 Kg/Ton	200-400 lb/Ton

Fuente: Manual de métodos y equipo caterpillar, 1986

Ejemplo 1.

¿Cuál es la resistencia al rodamiento de un vehículo que pesa 1.800 Kg y marcha por una superficie dura y pareja, tal como una calle pavimentada?

$$\mathbf{R.R = Peso\ sobre\ las\ ruedas * Factor\ R.R}$$

$$R.R = 1.8\ Ton * 20\ Kg/Ton = \mathbf{36\ Kg}$$

Pero, si la carretera es fangosa ó de tierra blanda y con surcos:

$$R.R = 1.8\ Ton * 75\ Kg/Ton = \mathbf{135\ Kg}$$

Cuando se trata de tractores de ruedas, la resistencia al rodamiento afecta al tractor y a la máquina remolcada, ya que ambas marchan sobre ruedas. Por lo tanto, para calcular la resistencia al rodamiento de cualquier combinación de tractor de ruedas y apero remolcado, deben considerarse ambos pesos, así:

$$\mathbf{Peso\ sobre\ las\ ruedas = Peso\ del\ tractor + Peso\ remolcado + Carga}$$

$$\mathbf{R.R = Peso\ sobre\ las\ ruedas * Factor\ R.R}$$

Ejemplo 2.

Cuál es la resistencia al rodamiento de un tractor cuyo peso es 1.800 Kg y tira un remolque de peso 1.000 Kg cargado con material cuyo peso es 500 Kg. Se asume un terreno de arena seca.

$$R.R = (1.8 \text{ Ton} + 1.0 \text{ Ton} + 0.5 \text{ Ton}) * 150 \text{ Kg/ton}$$

$$R.R = 3.3 \text{ Ton} * 150 \text{ Kg/Ton}$$

$$R.R = \mathbf{495 \text{ Kg}}$$

Otro factor que determina la resistencia al rodamiento y que determina la potencia requerida en la barra de tiro del tractor es la “Resistencia en las Pendientes”.

Esta es una fuerza de gravedad que debe vencerse cuando se marcha cuesta arriba. Actúa sobre el peso total de cualquier vehículo, ya sea de ruedas o de carriles.

Quiere decir que:

$$\mathbf{\text{Terreno plano} = \text{Resistencia Total} = \text{Resistencia al Rodamiento}}$$

Cuesta arriba = Resistencia Total = Resistencia al Rodamiento + Resistencia de la pendiente

$$\mathbf{RT = R.R + RP}$$

Cuesta abajo = Resistencia Total = Resistencia al Rodamiento - Ayuda de la pendiente

$$\mathbf{RT = RR - AP}$$

Donde:

$$\mathbf{RP \text{ ó } AP = (\text{Peso Total}) * 10 \text{ Kg/Ton} * \% \text{ inclinación}}$$

Ejemplo 1.

Un remolque de peso 600 Kg y cargado con 300 Kg es tirado por un tractor de llantas que pesa 1.800 Kg. Debe transportarse esa carga por un terreno de grava emparejada cuya pendiente es del 5%. ¿Cuál es la resistencia total?

$$R_T = (600 \text{ Kg} + 300 \text{ Kg} + 1.800 \text{ Kg}) * 10\text{Kg/Ton} * 5$$

$$R_T = 2.7 \text{ Ton} * 10 \text{ Kg/Ton} * 5$$

$$R_T = \mathbf{135 \text{ Kg}}$$

Como es evidente si la pendiente fuera hacia abajo, se requiere una fuerza de frenado de 135 Kg para contrarrestar dicho factor.

Debe tenerse en cuenta que los tractores de oruga o carriles no presentan resistencia al rodamiento, ya que ellos llevan consigo sus propios caminos de acero, siempre parejos y firmes. Por lo tanto, no existen problemas de penetración de las ruedas, ni hay neumáticos que se flexionen. Solamente habría que considerar la fricción interna en el tren de fuerza y ésta, desde el punto de vista práctico, se puede despreciar.

3.1.3 Velocidad de trabajo

La velocidad de trabajo depende de las buenas técnicas de operación que tenga el operador su experiencia influye mucho pues, realmente el operador es el único que conoce las condiciones del terreno en las que trabajara y es quien sabrá si se necesita mas tracción o menos tracción en su máquina para llevar acabo una tarea.

3.1.4 Consumo de combustible

El consumo de energía para la producción de trabajo mecánico representa un elemento de la máxima importancia en todas las operaciones agrícolas que requieran el uso de algún tipo de motor, en cuanto que constituye uno de los factores de producción.

La consulta de las curvas características de un motor es muy útil ya que permite conocer las características de funcionamiento del motor a plena carga y al régimen normalizado de la toma de fuerza, par, potencia, consumo horario y consumo específico. Siendo estas dos últimas las curvas referidas al consumo de combustible, la del consumo horario y la del consumo específico.

El Consumo horario

Es un concepto muy intuitivo. Se refiere a la cantidad de combustible consumida en la unidad de tiempo, que se suele considerar 1 hora. La cantidad de combustible se mide en litros, con lo que, en definitiva, el consumo horario se expresa en lt./hr.

El Consumo específico

Es otra forma de expresar el consumo de combustible. En este caso se relaciona la cantidad de combustible, no con el tiempo, sino con la potencia desarrollada. En los ensayos se mide la potencia (en realidad el par motor y el régimen de giro) y el combustible consumido en un cierto tiempo.

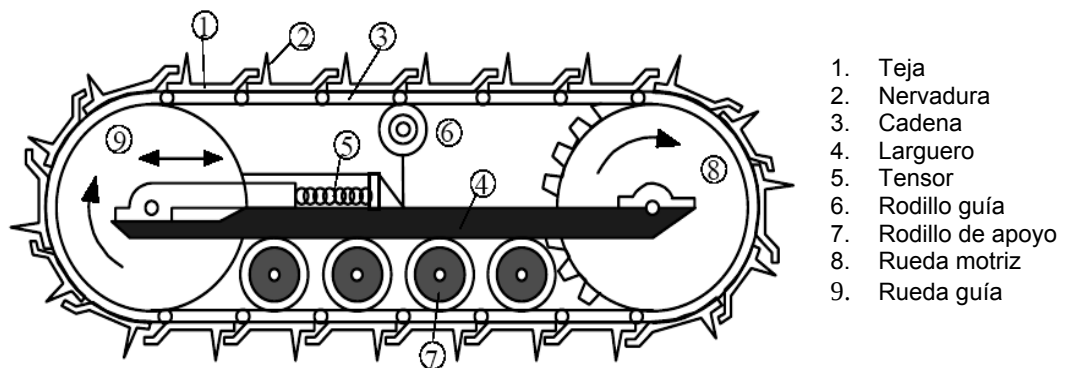
Factores de ahorro de combustible

El principal factor para ahorrar combustible es mantener el motor en buenas condiciones y bien “afinado”. Sin embargo, hay otras medidas y recomendaciones para obtener ahorros adicionales de combustible y tiempo de labranza.

- No aumentar el ajuste del combustible para tratar de obtener más potencia. El tractor está diseñado con cierto equilibrio de potencia a peso, y aumentando el ajuste se desperdicia combustible.
- Ajustar el limitador de la cremallera para que no escape humo negro al acelerar. El humo negro es señal que se desperdicia combustible.
- No ajustar la baja velocidad en vacío del regulador más alto de lo necesario.
- No hacer funcionar el motor en vacío a menos que lo necesite. Apagarlo. Los tractores modernos arrancan fácilmente y no hay necesidad de que el motor funcione en vacío.
- Mantener limpios los filtros de aire. Al quemar un litro de combustible el motor utiliza miles de litros de aire. Si el flujo de aire se restringe, se desperdicia combustible y se pierde potencia.
- No llenar completamente el tanque de combustible. Este puede calentarse, expandirse y derramarse.
- Mantener el termostato en el motor todo el año. Esto asegura una temperatura de funcionamiento más eficiente.

- Asegurarse de que el combustible sea filtrado para retirarle el agua y el polvo. Las bombas de combustible Diesel se lubrican con el mismo combustible. Todo lo que impida lubricar las piezas de alta velocidad de la bomba puede causar fallas del sistema.
- En los tractores de carriles, ajustar a la tensión adecuada para impedir la pérdida de potencia. La comba de la cadena de acero entre el rodillo superior y la rueda guía debe ser de 5 cm.

Figura 30. Conjunto de la cadena de un tractor de oruga o carriles



Fuente: AGRICULTURA. Mtrio, E.M.A. Homologación de Potencia de los Tractores Agrícolas. Volúmenes I, II y III. Y Fichas Técnicas "Características Técnicas de la Maquinaria Agrícola. Tractores de Ruedas Y Cadenas."

- En los tractores de ruedas, inflar y mantener los neumáticos a la presión de aire recomendada.
- Enganchar correctamente los implementos de labranza. Un enganche demasiado alto, demasiado bajo o que dé tirones laterales, desperdicia combustible y tiempo.

- Mantener afilada las rejas y las puntas de los implementos de labranza. Eso ayuda a labrar a una velocidad más alta, terminando más trabajo con menos combustible.

3.2 Potencia del tractor

3.2.1 Importancia de conocer la potencia de los tractores

Hay que tener en cuenta que el tractor es la máquina básica en la agricultura actual. Por ello, es importante que el usuario 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.

En las Figuras que aparecen en el siguiente apartado se puede ver que tipo de potencia mide cada norma de ensayo, observando como casi todas miden la potencia neta. Esto es lógico ya que la mayoría de las normas de ensayo citadas son para todos los vehículos en general, sin distinguir entre ellos.

Sin embargo, la norma OCDE (organización para la cooperación y el desarrollo económico) está pensada para los tractores agrícolas, y efectúa la medición de la potencia del motor en un eje, la toma de fuerza, directamente utilizable por el usuario. Por ello, este dato es el más interesante ya que esta potencia si puede ser aprovechada por el usuario y, por lo tanto, su comparación con otros tractores, proporciona una información muy útil a la hora de decidir su adquisición.

3.2.2 Formas de medir la potencia en los tractores agrícolas

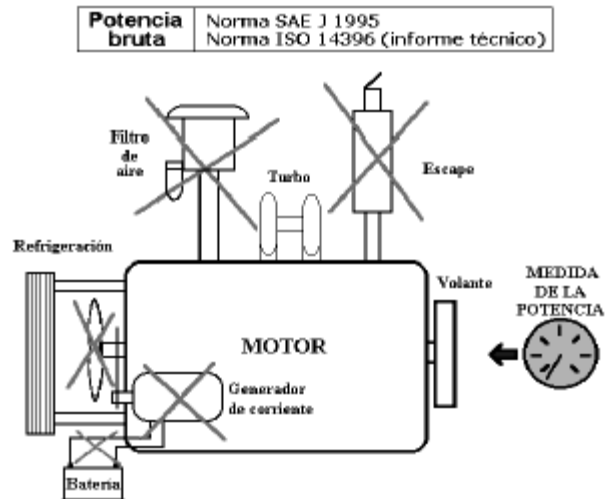
En un tractor se pueden medir muchas potencias, entre las que destacan la potencia del motor, la potencia a la barra de tiro, y la potencia hidráulica. La primera es la que los usuarios comparan a la hora de adquirir un tractor, y la que los fabricantes anuncian en las características del tractor que figuran en los catálogos y otras publicaciones técnicas.

Las distintas normas y códigos de ensayo para medir esta potencia de motor, los podemos separar en tres grupos según el tipo de potencia que miden:

Potencia bruta

En este caso, la potencia se mide en el volante de inercia del motor. De acuerdo con las normas de ensayo, al motor se le quitan una serie de elementos que consumen potencia en su funcionamiento como son: el filtro de aire, el silenciador del escape, el generador de corriente, la bomba de alimentación de combustible, el ventilador, etc. Con ello se consigue obtener toda la potencia que puede suministrar el motor. Esta potencia nunca puede ser alcanzada por el usuario con su tractor.

Figura 31. Requerimientos para medir la potencia bruta al volante de un tractor por medio de un dinamómetro

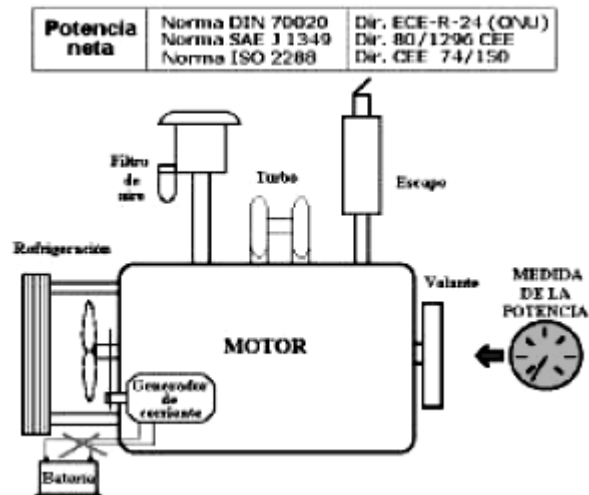


Fuente: <http://OECD.org>

Potencia neta

También en este caso la potencia se mide en el volante de inercia del motor. Sin embargo, las normas de ensayo indican que el motor tiene que llevar el mismo equipamiento que cuando está montado en el vehículo, en nuestro caso, en el tractor. El agricultor podría obtener la potencia medida, siempre que trabajara directamente con el volante de inercia del motor de su tractor, cosa poco probable.

Figura 32. Requerimientos para medir la potencia neta al volante de un tractor por medio de un dinamómetro

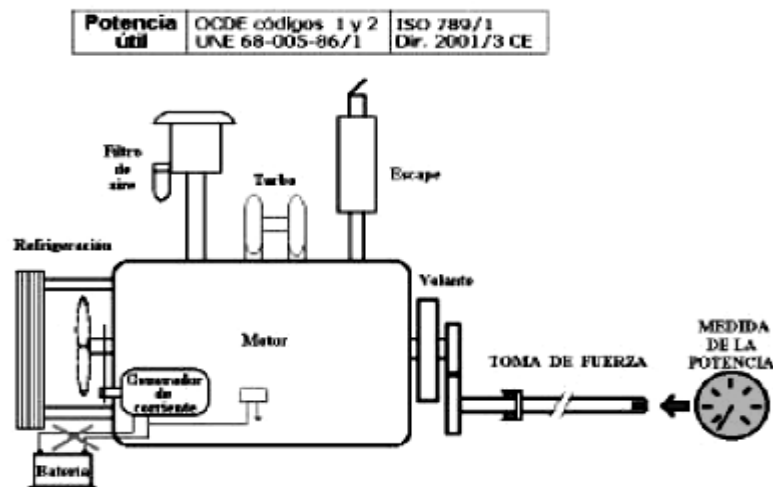


Fuente: <http://OECD.org>

Potencia útil

Aquí, la potencia se mide en el eje de la toma de fuerza del tractor. El motor no se saca del tractor, y mantiene todos los elementos que el fabricante ha previsto en su diseño y construcción. El usuario podrá obtener la potencia resultante en el ensayo siempre que utilice la toma de fuerza como elemento motriz de una máquina acoplada a ella.

Figura 33. Requerimientos para medir la potencia bruta a la toma de fuerza (tdf) de un tractor por medio de un dinamómetro



Fuente: <http://OECD.org>

Por este motivo, este es el dato de potencia más interesante para los usuarios. Este método de medición tiene la ventaja de poder medir la potencia del tractor en cualquier lugar, incluso en pleno campo, existiendo en el mercado varios equipos móviles para efectuar esta medición.

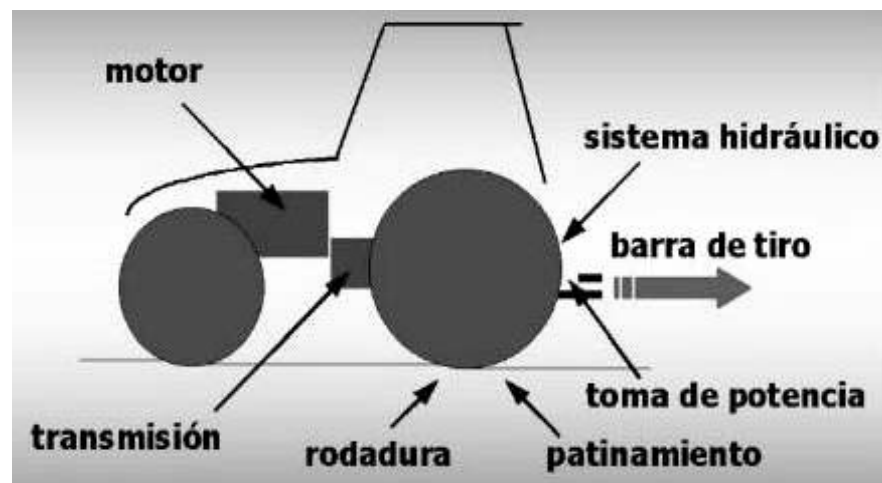
Entre los valores de las tres potencias citadas existen diferencias para un mismo motor. La potencia bruta siempre es mayor que la potencia neta ya que los sistemas y mecanismos que lleva el motor en el segundo caso necesitan potencia para su funcionamiento. De igual manera, la potencia neta es mayor que la potencia útil, ya que, en este último caso, el movimiento del motor tiene que pasar por un embrague y por una serie de engranajes en donde, aunque pocas, se producen pérdidas.

Los tractores transmiten potencia de varias maneras. Los implementos tirados o remolcados obtienen potencia de la tracción de las ruedas motrices y del tiro o arrastre de la barra de tiro. La potencia rotatoria se obtiene del eje de toma de fuerza (TDF) o de una polea de banda. Tanto la potencia lineal como la rotatoria pueden ser producidas por el sistema hidráulico de un tractor. Algunos implementos necesitan potencia eléctrica en los tractores.

3.3 Sistemas de enganche del tractor y mecanismos de transmisión de potencia

La utilización del tractor agrícola como fuente de potencia para la realización de diversas labores, implica el uso de una amplia gama de elementos, cada uno de los cuales presenta una forma de acople o enganche, según el tipo de trabajo para el cual ha sido diseñado.

Figura 34. Utilización de la potencia, rodado adecuado y control de carga del tractor agrícola



Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

3.3.1 Potencia de la barra de tiro (PBT)

Es la potencia que el tractor desarrolla en las llantas motrices o carriles para moverse a sí mismo y al implemento o carga acoplado al tractor ya que éste requiere un Tiro (fuerza paralela a la dirección de desplazamiento del implemento).

$$\text{PBT} = F V / c$$

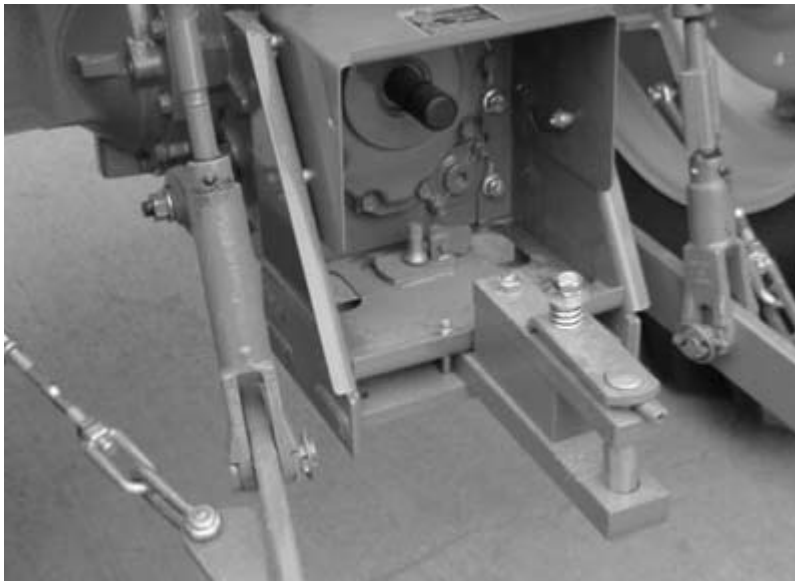
Donde: PBT = potencia de la barra de tiro expresada en KW (HP)

F = fuerza medida en KN (lb)

V = velocidad hacia adelante, Km/hr (MPH)

c = constante, 3.6 (375)

Figura 35. Barra de tiro



Fuente: IRAM Norma 8002 Maquinaria agrícola Barras de tiro para tractores. Características

Ejemplo 1.

¿Calcule la potencia de la barra de tiro de un tractor que jala una carga de 2025lb. A 5 millas por hora?

$$\text{PBT} = \frac{2025 \text{ lb.} \times 5 \text{ millas/h}}{375} = 27 \text{ HP}$$

Ejemplo 2.

Un Tractor jala un remolque cargado de 5000 kg. de caña por una pendiente de 10% a una velocidad de 10 km./h la masa del tractor es de 3000kg. ¿Cual es la potencia de la barra de tiro, si el coeficiente de resistencia al rodamiento es de 0.05 para todas las ruedas?

1. Componentes de peso:

a. Perpendicular a la pendiente

$$\text{Remolque: } 5000 \times 9.807 \cos 0.1 = \mathbf{48.790 \text{ kN}}$$

$$\text{Tractor: } 3000 \times 9.807 \cos 0.1 = \mathbf{29.274 \text{ kN}}$$

b. Paralelo a la pendiente

$$\text{Remolque: } 5000 \times 9.807 \sin 0.1 = \mathbf{4.895 \text{ kN}}$$

$$\text{Tractor: } 3000 \times 9.807 \sin 0.1 = \mathbf{2.937 \text{ kN}}$$

2. Resistencia al Rodamiento

$$\text{Remolque: } 0.05 \times 48.790 = \mathbf{2.4395 \text{ kN}}$$

3. Tracción de la Barra de Tiro

$$2.4395 + 4.895 = \mathbf{7.3345 \text{ kN}}$$

4. Potencia de la Barra de Tiro

$$PBT = \frac{7.3345 \text{ kN} \times 10 \text{ km/h}}{3.6} = 20.37 \text{ Kw}$$

3.3.2 Potencia de la Toma de Fuerza (TDF)

El eje de toma de fuerza (tdf) es un mecanismo importante de la transmisión de potencia del tractor para accionar equipos que carezcan de fuente de potencia propia.

$$TDF = 2\pi F R N / c = 2\pi T N / c$$

Donde: TDF = potencia del toma de fuerza expresada en KW (HP)

F = Fuerza tangencial, kN (lb)

R = radio de rotación m (pies)

N = revoluciones por minuto (RPM)

T = Par motor N.m (lb.pies)

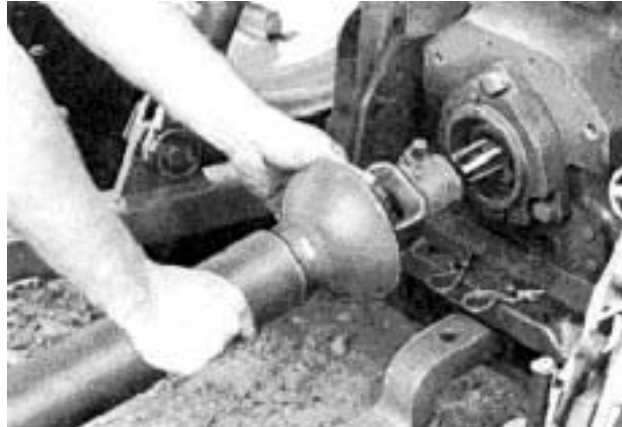
c = constante, 60 (33000)

La ASAE ha establecido tres valores estándar para el TDF a saber:

1. Toma de fuerza con velocidad de giro de 540 rpm en sentido a las manecillas del reloj, en cuyo caso el eje deberá tener un diámetro de 35mm y 6 estrías.
2. Toma de fuerza con velocidad de giro de 1025 rpm en sentido a las manecillas del reloj, en cuyo caso el eje deberá tener un diámetro de 35mm y 21 estrías.

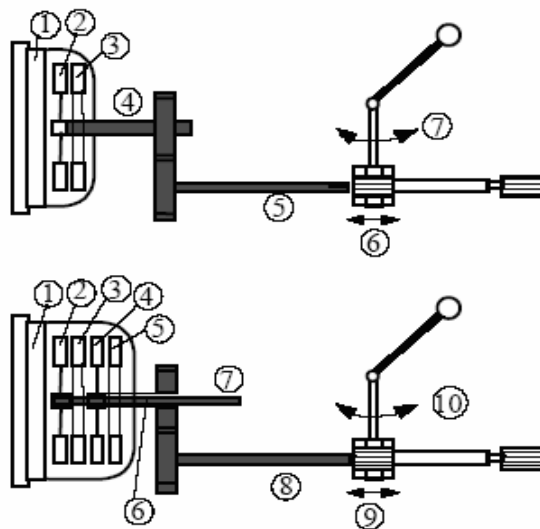
3. Eje de toma de fuerza con diámetro del eje 45mm y velocidad de giro de 1025rpm.

Figura 36. Eje de toma de fuerza del tractor agrícola



Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

Figura 37. Accionamiento de la toma de fuerza



1. Volante de inercia
2. Disco de embrague
3. Plato opresor
4. Eje primario
5. Eje de la tdf
6. Embrague de conexión de la tdf
7. Palanca

1. Volante de inercia
2. Primer disco de embrague
3. Primer plato opresor
4. Segundo disco de embrague
5. Segundo plato opresor
6. Eje exterior para la tdf
7. Eje primario
8. Eje de la tdf
9. Embrague de conexión de la tdf
10. Palanca

Fuente: ARNAL AANTARES P. Laguna Blanca A. 1993. Tractores y motores agrícolas. 2ª. Ed. Madrid: Mundi-prensa. Madrid.

Ejemplo 1.

¿Cuál es la potencia de la toma de fuerza de un tractor si luego de haber hecho ensayos por medio de un dinamómetro se obtuvo que esta tiene un torque máximo de 368 lb.-pie a una velocidad nominal del motor del dinamómetro de 2,100 RPM?

$$TDF = 2 \pi T N / c$$

$$TDF = \frac{2 \pi \times 368 \text{ lb.-pie} \times 2100}{33000}$$

$$TDF = 147.14 \text{ HP}$$



Fuente: <http://Agroconnection.com>

3.3.3 Potencia hidráulica

Es uno de los sistemas más importantes. Se usan en muchas aplicaciones de control y potencia; su conocimiento detallado permite hacer un uso más efectivo de él. En un sistema hidráulico la velocidad queda indicada por el caudal, en litros por minuto, y la fuerza, por la presión. De esta forma podemos expresar la potencia hidráulica como sigue:

$$Phidr = pQ / c$$

Donde: Phidr = potencia hidráulica, kW (HP)

p = presión manométrica kPa (psi)

Q = velocidad de flujo, 1t/s (gal/min)

c = constante, 1000 (1714)

En donde c es la constante para conversión de unidades. Las unidades de potencia hidráulica dependen de las unidades de presión (p) y caudal (Q).

En el sistema inglés si tenemos p en lb./pulgada² (PSI) y Q en galones/min. lo que será igual a:

$$\text{Phidr (HP)} = Q \frac{\text{gal}}{\text{min.}} \times P \frac{\text{lib}}{\text{pulg}^2} \times \frac{2.31 \text{ pulg}^3}{\text{gal.}} \times \frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg.}} \times \frac{1 \text{ HP}}{33000 \text{ lb.-pie/min.}}$$

$$\text{Phi (HP)} = \frac{Q (\text{gal/min.}) \times P (\text{lb./pulgada}^2)}{1714.29}$$

Cuando Q en lt/min y P en kg/cm²:

$$\text{Phidr (HP)} = Q \times P \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm.}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ Hp}}{76 \text{ Kg.-m/seg.}}$$

En estas ecuaciones no se consideran las pérdidas de potencia que se pueden presentar en los sistemas hidráulicos ya que el rendimiento volumétrico y el rendimiento mecánico no permiten que haya una eficiencia del 100%, en condiciones normales se puede asumir que la potencia de diseño está afectada por un factor de 0.83.

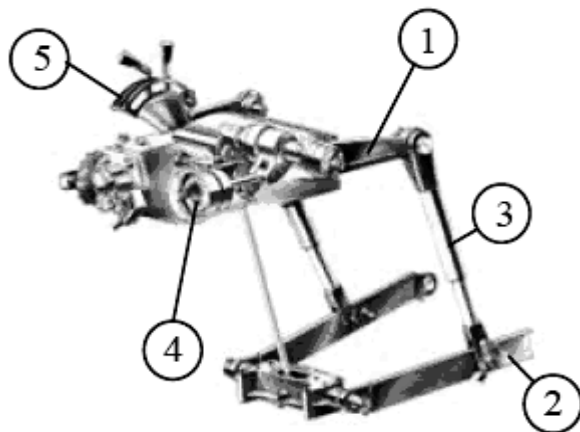
nota: la ecuación se aplica para flujos gaseosos y de aire, así como a líquidos. Nótese que no se necesita conocer la densidad del fluido.

Figura 38. Enganche de tres puntos o enganche integral del tractor



Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

Figura 39. Detalle del elevador hidráulico del tractor



1. Brazos de levantamiento
2. Brazos de tiro
3. Tensores de levantamiento
4. Equipo hidrostático
5. Palancas de mando

GIL SIERRA, G. Elementos Hidráulicos en Los Tractores Y Maquinas Agrícolas. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

Ejemplo 1.

Un cilindro hidráulico de doble acción recibe un caudal de 30 lt/min. a una presión de 70 kg./cm². El cilindro tiene una longitud de 400mm y un diámetro de 9 cm. Si el diámetro de la biela es de 3 cm. y la eficiencia del sistema es del 80% ¿calcular la potencia requerida por el cilindro para realizar el trabajo?

$$70 \text{ kg./cm}^2 \times \frac{98.07 \text{ kPa}}{1 \text{ kg./cm}^2} = \mathbf{6,865 \text{ kPa}}$$

$$30 \frac{\text{lt}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ seg.}} = \mathbf{0.5 \text{ lt/seg.}}$$

$$Phidr = p Q / c$$

$$Phidr = \frac{6,865 \text{ kPa} \times 0.5 \text{ lt/seg.}}{1000} = \mathbf{3.433 \text{ HP}}$$

Ejemplo 2.

Si un sistema hidráulico debe levantar un implemento cuyo peso es 2700 kg. y la máxima presión del sistema es 70 kg./cm². ¿Cuál debe ser el diámetro del cilindro?

$$F = pA$$

$$p = 70 \text{ kg. /cm}^2$$

$$A = F/p$$

$$A = 2000 \text{ kg.} / 70 \text{ kg. /cm}^2$$

$$\mathbf{A = 28.57 \text{ cm}^2}$$

$$A = \pi r^2$$

$$r = (A / \pi)^{1/2}$$

$$r = (28.57 \text{ cm}^2 / \pi)^{1/2}$$

$$\mathbf{r = 3.015 \text{ cm}}$$

Entonces el diámetro será:

$$\varnothing = 2r$$

$$\varnothing = 2 \times 3.015 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{\varnothing = 6.03 \text{ cm} \times \frac{0.3937 \text{ pulg}}{1 \text{ cm.}}}$$

$$\mathbf{\varnothing = 2.37 \text{ pulgadas}}$$

3.4 Tipo de neumáticos

La capacidad de traccionar de un tractor agrícola es una sumatoria de factores entre los cuales el neumático juega un rol fundamental.

El tipo de suelo a trabajar y el estado del mismo (humedad y compactación) será el que determine la combinación ideal de factores para maximizar el rendimiento del neumático agrícola reduciendo el consumo de combustible y el desgaste del mismo.

Figura 40. Importancia de la elección correcta de los neumáticos de un tractor



Fuente: Folleto Case MXM series MAXXUM Tractors 95-160 PTO HP

El patinaje sucede cuando el neumático gira en velocidad mayor que la velocidad del tractor, lo cual, de una manera general, resulta en pérdida de tracción en la barra. El patinaje excesivo provoca deficiencia de trabajo en la barra de tiro y aumenta el consumo de combustible. Además, contribuye a la compactación del suelo. Cuando los neumáticos patinan su movimiento crea presión, dañando la estructura del suelo.

3.5 Lastrado del tractor

El tractor de hoy, es una maravilla de diseño y rendimiento siempre que esté lastrado adecuadamente para obtener distribución equilibrada de su peso

sobre los ejes delantero y trasero, siendo así capaz de trabajar a alta velocidad, con óptimo deslizamiento o patinaje de las ruedas.

No es difícil determinar el lastrado adecuado del tractor, pero antes examinemos los conceptos de rotación y patinaje de las ruedas. Ante todo, se debe planear un trabajo a la velocidad más rápida que acepten los implementos y las condiciones del terreno. El peso necesario es menor a medida que aumenta la velocidad. Hay menos resistencia al arrastre, y si el arrastre se reduce en 20%, la duración del tren impulsor del tractor se extenderá en 50%.

En lo concerniente al deslizamiento de las ruedas, se ha comprobado que la operación más eficiente se obtiene cuando el deslizamiento se mantiene entre 10 y 15%. Demasiado lastre literalmente clava al tractor al suelo, y el tren impulsor queda sujeto al momento y a las cargas repentinas del motor. Mientras más pesado es el tractor encuentra mayor resistencia al rodamiento y se necesita mayor potencia para moverlo. Demasiado peso, por supuesto también contribuye a compactar el suelo innecesariamente y maltratar las barras de las llantas. Poco lastre, por su parte, desgasta el grabado de las llantas y reduce la velocidad de avance.

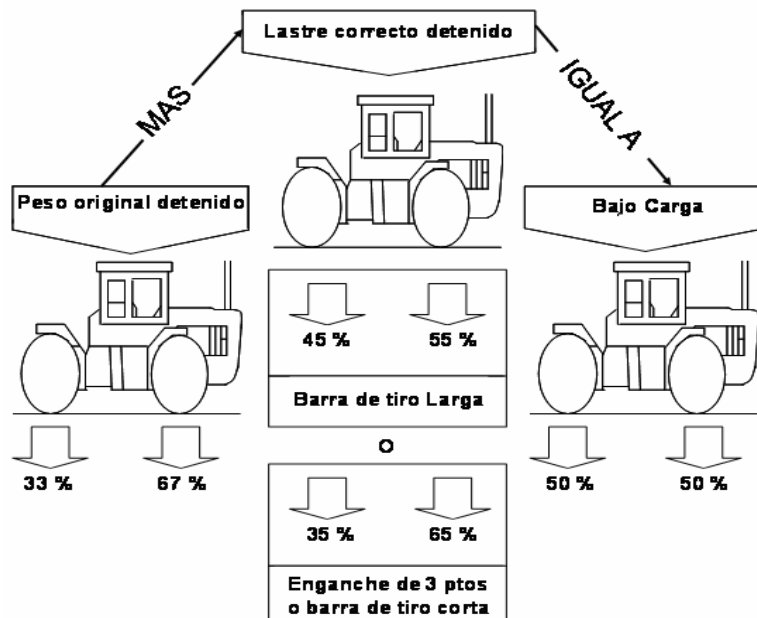
Como regla general, uno desea lastrar lo suficiente para trabajar a velocidad continua de 8 Km. por hora o más, con un patinaje de las llantas del 10 al 15%. El lastrado se utiliza para lograr un equilibrio de alrededor de 50-50 entre los ejes delantero y trasero mientras la unidad trabaja bajo carga.

Hay realmente tres “etapas” en la evaluación del lastre necesario para su tractor. La etapa (A) es un tractor “recién entregado”, detenido y sin lastre, toma de fuerza ni enganche de tres puntos. Por ejemplo en los tractores Case, C80 de tracción trasera, en esta etapa el 33% del peso está sobre el eje trasero, y

el 67 por ciento restante sobre el eje delantero. La siguiente etapa, (B) es cuando se va añadiendo lastre de acuerdo con la tarea que se planea ejecutar, pero con la máquina siempre detenida. La tercera etapa (C) debe hacerse con el tractor trabajando o bajo carga, y es entonces cuando debe haber equilibrio de peso entre los dos ejes.

Bajo condiciones normales de suelo y trabajando con los implementos de uso más corriente es decir, los implementos con barra de tiro larga se considera óptimo lastrar para obtener una distribución de peso sin carga de 55 o 60 por ciento sobre las ruedas delanteras. Luego, cuando el tractor se encuentre en operación, hay transferencia del peso hacia atrás para producir la distribución de peso deseada de 50-50. A propósito, los componentes de los ejes delanteros y posterior son del mismo tamaño, para que tiren parejo.

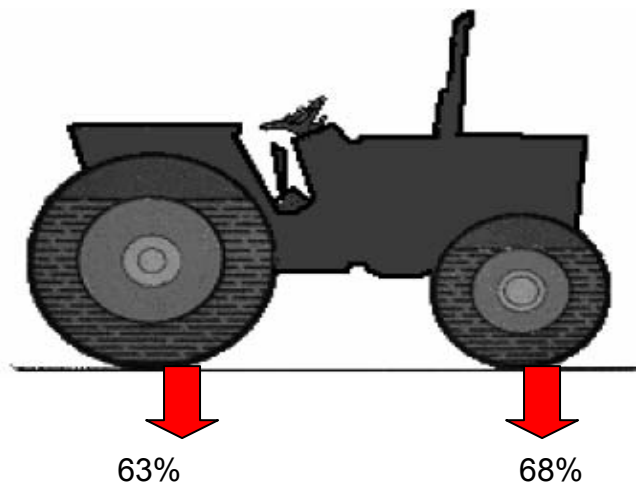
Figura 41. Distribución correcta de peso de los tractores



Fuente: EVANS, M. I. CLARK, R. L. 1989. A traction prediction and ballast selection model. ASAE Paper 89-1054. St Joseph Mich

Si el tractor va a trabajar en suelos normarles, pero con un implemento acoplado al enganche de tres puntos, o con uno de trabajo profundo con barra de tiro corta, uno desea lastrar el tractor para que detenido tenga entre 63 y 68 % del peso sobre el eje delantero. Entonces durante la operación de peso será y transferido hacia atrás para dar la distribución 50-50 que desee bajo carga. Puede generalizarse que los aperos de barras de tiro corta transfieren más peso hacia el eje trasero que los de barra larga.

Figura 42. Lastrado del tractor con agua



Fuente: EVANS, M. I. CLARK, R. L. 1989. A traction prediction and ballast selection model. ASAE Paper 89-1054. St Joseph Mich

El manual del operador de su tractor da información detallada sobre la forma de poner exactamente el lastre necesario, en el frente y atrás, para alcanzar el nivel de peso ajustado que más se aproxime a la distribución 50-50 que se desea para la máquina en operación.

3.5.1 Patinaje óptimo

Para tirar eficientemente de los implementos de labranza, las ruedas del tractor deben patinar algo, pero no excesivamente. Por ejemplo, los tractores con tracción en las cuatro ruedas deben trabajar con un patinaje de 8 a 12%; los tractores con tracción en las dos ruedas deben hacerlo con 12 a 15% de patinaje.

Figura 43. Tractores de oruga patinan menos que los tractores de neumáticos



Fuente: Track Tractor Señor Specialist 1ª. Edición Challenger 2005

Cuando el patinaje del tractor es insuficiente, se transmite demasiado par de torsión a las ruedas, lo que obliga a trabajar a velocidades más bajas de lo necesario, con el consecuente desperdicio de combustible.

Tanto en suelos arenosos como arcillosos, el tractor de ruedas transfiere a la barra de tiro sólo el 50% de la potencia cuando el patinaje es de 10%. La máxima potencia en la barra de tiro (60% de la potencia de entrada) se obtiene un patinaje de 20%.

En ambos tipos de suelos, un tractor de cadenas es más eficiente, mostrando mejor potencia en la barra de tiro con menos patinaje que los tractores de ruedas: su potencia en la barra de tiro es de 80% de la potencia de entrada con patinaje de las cadenas de menos de 10%.

En base a estos datos, con una potencia de 100 HP en la toma de fuerza, un tractor de ruedas da de 50 a 60 HP en la barra de tiro, en tanto que el de cadenas suministra cerca de 80 HP en la barra de tiro. Eso le permite tirar de implementos más grandes y trabajar a velocidades más altas, logrando un uso más eficiente del combustible y del tiempo de trabajo.

3.5.2 La carga adecuada

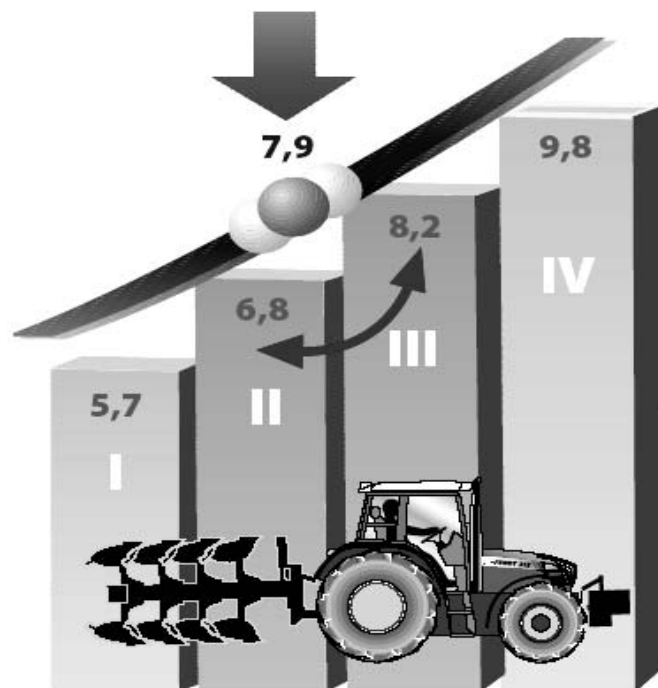
El patinaje del tractor se reduce poniéndole más peso (lastre) sobre las ruedas motrices. Ese peso adicional hace que las ruedas se hundan más en el suelo para lograr mejor tracción. Sin embargo, hay que tener cuidado de operar la máquina con la carga adecuada para el equipo y en las condiciones de suelo apropiadas. Si el tractor se sobrecarga en un intento de reducir el patinaje, se aumenta la resistencia a la rodadura, se pierde potencia y consecuentemente, se desperdicia combustible.

El tractor capaz de tirar de la carga más pesada ofrece una ventaja para completar las tareas agrícolas en forma más rápida y eficiente, permite usar implementos más grandes. Con ellos se abarca una superficie mayor en menos tiempo y se consume menos combustible que si el tractor tuviera que tirar de implementos de menor tamaño.

Al conducir el tractor, hay que tener en cuenta que se debe mantenerlo funcionando a la velocidad más alta que permita tirar de la carga. Si llegara a una zona más difícil que presente una carga mayor a la máquina, se bajará la velocidad del trabajo y se acelera. Es más económico trabajar a una velocidad más alta y con menos aceleración, cambiando a baja cuando sea necesario.

La gráfica muestra la variación de velocidad que puede existir durante la labor en el campo según el tipo de terreno y la carga con la que se lleve a cabo la tarea. Seleccione exactamente la velocidad que necesite pues esto hace que la zona de trabajo aprovechable sea mayor.

Figura 44. Rango aproximado de velocidad de trabajo de un tractor según su carga

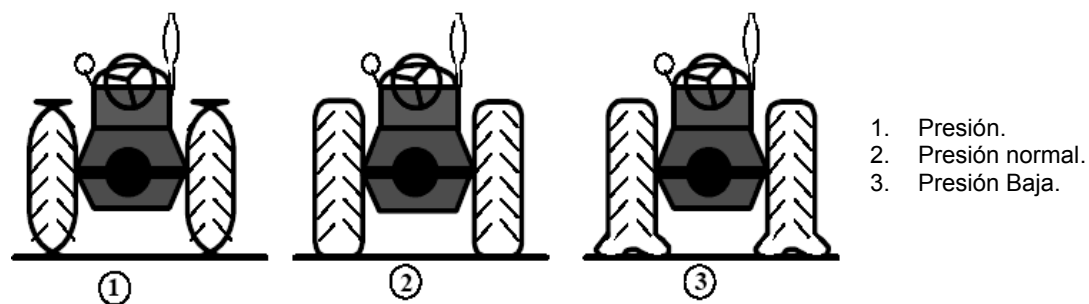


Fuente: Manual del operador tractor Fendt 312 Vario

3.5.3 Presión

Todos los neumáticos están concebidos para ser utilizados en una gama de presiones perfectamente definida, que se debe respetar. El conocimiento de la carga por neumático permite seleccionar el equipo ideal en función de sus características y de la presión que se puede aceptar por parte del suelo. En líneas generales se pueden describir dos niveles de presión: baja para las labores del campo, y alta para el transporte en carretera; sin embargo estos valores deben ser fijados teniendo en cuenta todos los factores hasta el momento expuestos.

Figura 45. Presión de los neumáticos



Fuente: ORTIZ CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 4ª. Edición Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993

Como se muestra a continuación los siguientes incisos son una guía para poder lograr esto:

- Nunca sobrecargar los neumáticos o manejar con exceso o baja presión de inflado. Si se conoce el peso total de carga a soportar, se debe consultar la tabla de índices de presión y carga. De no ser posible, se deberá consultar las especificaciones del fabricante de tractores.

- Para llantas direccionales delanteras, mantener la presión de inflado a 20 psi (1.4 bar) cuando sean empleadas en uso industrial, tiempo completo o trabajos en asfalto, aun cuando la carga sea insignificante.
- Para trabajo en campo, se recomienda nunca inflar a presiones debajo de 16psi (1.1 bar). Sin embargo, cuando sea necesario bajar la presión para algún trabajo en especial, recuerde regresar la presión a lo normal requerido, después de terminar la función específica.

3.6 Tamaño de los neumáticos traseros y delanteros

Siempre se debe usar la medida del aro recomendada por el fabricante. El no hacerlo, altera la capacidad de carga y desempeño del neumático.

Siempre se debe de usar una cámara nueva con una llanta nueva. La medida de la cámara debe ser idéntica a la medida de la llanta. Para usar agua con la cámara, usar cámara con válvula agua-aire.

3.6.1 Llenado con agua

Para obtener mejor tracción se puede llenar el neumático con agua. Hecho correctamente, este método no lastima el neumático ni altera las condiciones de manejo. En climas fríos, se adhiere líquido anticongelante. Las sustancias recomendadas son Cloruro de calcio 80% o Cloruro de magnesio 47%.

3.6.2 Dimensiones de un neumático

Vienen dadas por la **anchura nominal** B y el **diámetro de la llanta** D, expresados en pulgadas ($1'' = 2,54 \text{ cm.}$), en la forma B-D. Los fabricantes aportan tablas donde se expresan distintas características.

3.6.3 Tipos de Neumático

Existen dos tipos de neumáticos para tractores agrícolas, en función de la disposición de las lonas de la estructura, a saber.

Diagonales o convencionales, formados por capas con hilos orientados entre 40° y 45° con respecto al plano medio del neumático. Este tipo de cubierta presenta igual resistencia en toda la banda de apoyo, teniendo una relación altura/anchura de balón superior al 85 %. Presentan una menor superficie de apoyo y sus presiones de inflado se sitúan por encima de 0,7 – 0,8 bar.

Radiales o de bajo perfil, constituidos por capas con hilos de acero dispuestos perpendicularmente al plano del neumático tendidos de un talón a otro. Se da una relación altura/anchura de balón de entre el 65 y el 75 %. También provoca que la banda de rodadura quede totalmente rígida con una gran flexibilidad en los flancos, debido a esta característica, la resistencia al avance es menor en este tipo de neumáticos, así como la compactación inducida en el terreno.

Existen algunos neumáticos como los serie 70 de Pirelli que presentan una relación altura/anchura de balón especialmente baja, consiguiéndose una mayor superficie de contacto, lo cual provoca un aumento de la adherencia y una menor compactación del suelo.

Tabla XXX. Código de velocidad según la clase de neumático que se utilice en el tractor

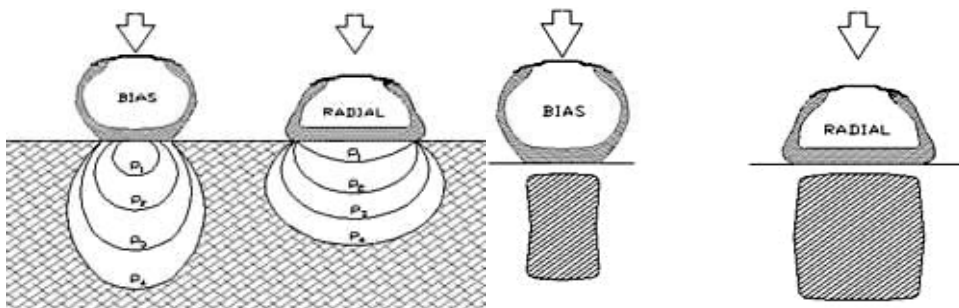
CÓDIGO DE VELOCIDAD MÁXIMA A LA QUE PUEDEN RODAR ESTOS NEUMÁTICOS														
Códigos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B	C	D	E	F	G
Velocidad (km/h)	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	65	70	80	90

Fuente: Manual de Ingeniería de neumáticos, varios autores, 1983

3.6.4 Qué Neumático elegir

Lo primero que se debe hacer es un inventario completo de las labores a realizar. Si el transporte por carretera es la principal actividad, será de mayor utilidad una cubierta dispuesta con los nervios según un ángulo más agudo, ya que se mejora la comodidad de la conducción y alarga la duración del neumático. Si el suelo es muy duro, se elegirán cubiertas dotadas de gran resistencia mecánica. Incluso los distintos tipos de labor condicionan la anchura máxima admisible. Por último se podrán fijar las condiciones de presión sobre el suelo y presión de inflado.

Figura 46. Tipos de neumáticos



Fuente: Manual de Ingeniería de neumáticos, varios autores, 1983

El reparto de cargas es otro factor a tener en cuenta. A una velocidad comprendida entre 5 y 6 km./h arando, para utilizar toda la potencia del motor, los neumáticos de las ruedas motrices deben soportar una carga de 80 kg./kW aproximadamente. Esto nos da una idea de la carga total que se debe prever en función de la potencia. Esta carga se debe repartir entre los neumáticos, teniendo en cuenta en el caso de cuatro ruedas motrices el reparto de cargas por ejes.

3.7 Especificaciones del tractor, según datos de campo

3.7.1 Peso total del tractor sobre báscula del Ingenio la Unión

Teniendo el apoyo de los operadores de los tractores se llevo a cabo el pesado de la flota, utilizando el servicio de báscula del ingenio, este proceso fue supervisado por el jefe de taller agrícola quien durante el tiempo de recuperación lo autorizó, durante este período fue cuando la mayoría de los tractores estuvieron en el área de talleres.

Tabla XXXI. Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.

Código		PESO TOTAL DEL TRACTOR		DISTRIBUCION DE PESO DEL TRACTOR						Serie	Marca
				%	Eje Delantero	Eje Delantero	%	Eje Trasero	Eje Trasero		
		lb.	Kg.	Adelante	lb.	Kg.	Atrás	lb.	Kg.		
1	48002	10428	4730	37	3814	1730	63	6614	3000	2755	John Deere
2	48004	15873	7200	36	5644	2560	64	10207	4630	4255	John Deere
3	48005	14330	6500	36	5203	2360	64	9105	4130	4255	John Deere
4	48006	11266	5110	41	4564	2070	60	6746	3060	2755	John Deere
5	48007	11001	4990	37	4101	1860	63	6900	3130	2755	John Deere
6	48008	11001	4990	37	4101	1860	63	6900	3130	2755	John Deere
7	48012	16182	7340	40	6460	2930	60	9656	4380	4455	John Deere
8	48013	16180	7340	40	6460	2930	60	9656	4380	4455	John Deere
9	48014	13977	6340	36	5004	2270	64	8973	4070	4455	John Deere
10	48017	11508	5220	37	4299	1950	62	7187	3260	2755	John Deere
11	48018	11332	5140	37	4167	1890	63	7121	3230	2755	John Deere
12	48020	12214	5540	46	5578	2530	54	6636	3010	3350	John Deere

Continuación

13	48021	11111	5040	45	5027	2280	54	6041	2740	3350	John Deere
14	48022	14330	6500	36	5203	2360	64	9105	4130	4255	John Deere
15	48026	10009	4540	45	4542	2060	54	5401	2450	3350	John Deere
16	48027	12500	5670	46	5688	2580	54	6812	3090	3350	John Deere
17	48028	9744	4420	39	3792	1720	61	5952	2700	2850	John Deere
18	48029	9744	4420	39	3792	1720	61	5952	2700	2850	John Deere
19	48030	9987	4530	40	4034	1830	60	5952	2700	2755	John Deere
20	48031	10053	4560	45	4475	2030	55	5534	2510	2755	John Deere
21	48033	12780	5797	45	5752	2609	60	7668	3478	7400	John Deere
22	48034	14859	6740	39	5776	2620	61	9061	4110	7400	John Deere
23	48035	15201	6895	45	6841	3103	55	8360	3792	7400	John Deere
24	48036	16050	7280	41	6636	3010	58	9281	4210	7400	John Deere
25	48037	7297	3310	44	3241	1470	55	4012	1820	5400	John Deere
26	48038	8069	3660	45	3631	1647	57	4636	2103	5400	John Deere
27	48039	15322	6950	44	6702	3040	56	8554	3880	7410	John Deere
28	48040	15322	6950	44	6702	3040	56	8554	3880	7410	John Deere
29	48041	14696	6666	45	6614	3000	55	8082	3666	7410	John Deere
30	48042	14595	6620	42	6063	2750	58	8532	3870	7410	John Deere
31	48043	15013	6810	44	6680	3030	56	8356	3790	7410	John Deere
32	48044	15036	6820	44	6548	2970	56	8466	3840	7410	John Deere
33	48045	14903	6760	42	6305	2860	58	8576	3890	7410	John Deere
34	48046	14793	6710	44	6548	2970	56	8245	3740	7410	John Deere
35	48047	14793	6710	44	6548	2970	56	8245	3740	7410	John Deere
36	48049	15256	6920	47	7143	3240	53	8069	3660	7410	John Deere
37	48050	17372	7880	45	7818	3546	55	9555	4334	7410	John Deere
38	48051	17372	7880	45	7818	3546	55	9555	4334	7410	John Deere
39	48052	14880	6749	45	6695	3037	55	8184	3712	7510	John Deere
40	48053	15763	7150	46	7231	3280	54	8532	3870	7510	John Deere
41	48054	16601	7530	45	7496	3400	54	9017	4090	7510	John Deere
42	48055	24460	11095	37	9105	4130	63	15366	6970	7820	John Deere
43	48056	15432	7000	35	5401	2450	65	10031	4550	6415	John Deere
44	48057	15432	7000	35	5401	2450	65	10031	4550	6415	John Deere
45	48058	22818	10350	35	7987	3623	65	14833	6728	7820	John Deere
46	48059	22818	10350	35	7987	3623	65	14833	6728	7820	John Deere
47	48060	22818	10350	35	7987	3623	65	14833	6728	7820	John Deere
48	48502	10318	4680	42	4343	1970	58	5952	2700	C 80	Case
49	48503	10318	4680	42	4343	1970	58	5952	2700	C 80	Case
50	48504	10318	4680	42	4343	1970	58	5952	2700	C 80	Case
51	48505	9584	4350	39	3770	1710	60	5776	2620	C 80	Case
52	48506	10075	4570	42	4233	1920	58	5886	2670	C 80	Case
53	48507	10075	4570	42	4233	1920	58	5886	2670	C 80	Case
54	48508	10075	4570	42	4233	1920	58	5886	2670	C 80	Case
55	48509	10075	4570	42	4233	1920	58	5886	2670	C 80	Case
56	48510	10406	4720	42	4387	1990	57	5975	2710	C 80	Case
57	48511	8664	3930	44	3836	1740	55	4784	2170	C 80	Case
58	48512	11023	5000	45	4960	2250	55	6063	2750	C 80	Case
59	48513	11023	5000	45	4960	2250	55	6063	2750	C 80	Case
60	48514	11023	5000	45	4960	2250	55	6063	2750	C 80	Case
61	48515	11023	5000	45	4960	2250	55	6063	2750	C 80	Case
62	48516	10141	4600	44	4431	2010	56	5710	2590	C 80	McCormick
63	48517	10141	4600	44	4431	2010	56	5710	2590	C 80	McCormick
64	48518	10141	4600	44	4431	2010	56	5710	2590	C 80	McCormick
65	48519	10141	4600	44	4431	2010	56	5710	2590	C 80	McCormick

Datos obtenidos en la báscula del Ingenio la Unión S.A.

Tabla XXXII. Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.

Código		PESO TOTAL DEL TRACTOR		DISTRIBUCION DE PESO DEL TRACTOR						Serie	Marca
				%	Eje Delantero	Eje Delantero	%	Eje Trasero	Eje Trasero		
		Lb.	Kg.	Adelante	Lb.	Kg.	Atrás	Lb.	Kg.		
1	32525	16868	7651	•	•	•	•	•	•	D4H	Caterpillar
2	32541	19200	8709	•	•	•	•	•	•	D5	Caterpillar
3	32561	22928	10400	•	•	•	•	•	•	D5B	Caterpillar
4	32562	22928	10400	•	•	•	•	•	•	D5B	Caterpillar

Fuente: Manual de métodos y equipo caterpillar, 1,986

Tabla XXXIII. Distribución de peso y peso total de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.

Código		PESO TOTAL DEL TRACTOR		DISTRIBUCION DE PESO DEL TRACTOR						Serie	Marca
				%	Eje Delantero	Eje Delantero	%	Eje Trasero	Eje Trasero		
		Lb.	Kg.	Adelante	Lb.	Kg.	Atrás	Lb.	Kg.		
1	47010	31306	14200	35	10957	4970	65	20349	9230	V275	Vanguard
2	47011	19440	8818	35	6803	3086	65	12637	5732	V167HP91	Vanguard
3	47017	37501	17010	35	13126	5954	65	24377	11057	V234PH	Vanguard
4	47018	31306	14200	35	10957	4970	65	20349	9230	V275	Vanguard
5	47501	14991	6800	35	5247	2380	65	9744	4420	MX170	Case
6	47502	39000	17690	40	15600	7076	60	23400	10614	STX325	Case
7	47503	23049	10455	35	8067	3659	65	14980	6795	8520	John Deere
8	47504	22002	9980	45	9965	4520	55	12059	5470	MXM 175	Case
9	47505	22002	9980	45	9965	4520	55	12059	5470	MXM 175	Case

Datos obtenidos en la báscula del Ingenio la Unión S.A y Manuales del operador de cada tractor según su serie, modelo y marca

3.8 Potencia según datos matemáticos

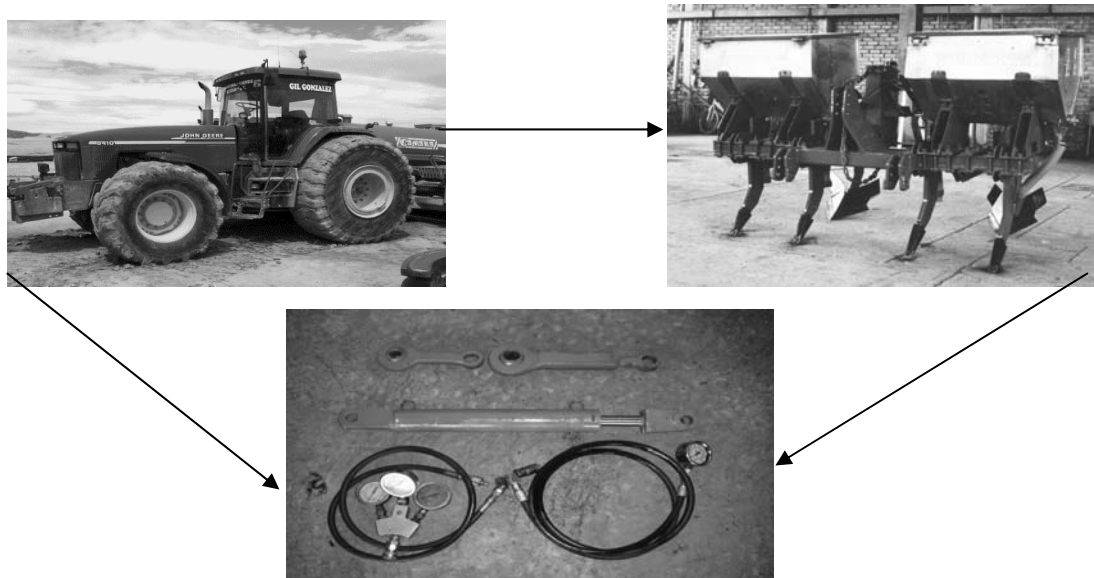
Se lleva a cabo esto con la finalidad de determinar experimentalmente el tiro y la potencia requerida por un tractor así mismo un implemento en diferentes condiciones de operación. Esto nos ayudará a poder analizar los

factores que influyen en los requerimientos de potencia, determinar deslizamiento y analizar sus causas. Los materiales a utilizar son con la finalidad de poder hallar la fuerza de tracción de un tractor así como la de un implemento la cual variará según el terreno donde sea aplicada la prueba.

Los materiales a utilizar durante las pruebas son:

- Tractor.
- Implemento de enganche.
- Cilindro Hidráulico de doble efecto.
- Cronómetro.
- Manómetros.

Figura 47. Combinación del conjunto tractor-implemento utilizando un dinamómetro hidráulico para hallar la potencia requerida



Diseñado por Jonatan René Ixcot Carrillo

La metodología a utilizar es que en una distancia equivalente a 20 metros, se determinará la velocidad sin carga para tres marchas diferentes ó posiciones de la caja de cambios del tractor, las propuestas serian 3a, 4a y 5a.

Estas velocidades se aplicarán para efectuar la prueba en el tractor y así poder encontrar la fuerza que necesita un tractor de una serie “x” mover otro de su misma serie tomando en cuenta su peso.

Para hallar la fuerza que necesita un implemento, se sustituirán los brazos de tiro por cilindros hidráulicos de doble efecto de manera que puedan ser acoplados a los tensores de levantamiento, se sustituirá un último cilindro de doble efecto entre el implemento y el tractor sustituyendo el tercer brazo por este, los cilindros deberán ser conectados en serie para obtener la lectura en los medidores de presión, esta prueba se realizará con implementos de enganche integral, si se tratará de hallar la fuerza que existe al utilizar la barra de tiro se utilizará únicamente un cilindro hidráulico de doble efecto entre el implemento de tiro y el tractor.

El implemento deberá ser operado en cada una de las velocidades seleccionadas y registrando para cada caso la siguiente información:

- Presión máxima indicada en el manómetro.
- Tiempo empleado en recorrer los 20 metros.
- Profundidad de trabajo.
- Condiciones de humedad del terreno y características del suelo.

La siguiente tabla ejemplifica la manera en que se ordenarán los datos a fin de obtener los resultados finales de las pruebas de campo que se realicen.

Tabla XXXIV. Desempeño del conjunto Tractor – Implemento

Implemento	Profundidad de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Tiempo Seg.	Presión Bar o psi	Patinaje (%)	Fuerza de tracción (kN)	Potencia (HP)	Tipo de terreno
Rastra	0.10	5.32	•	•	5.18	5.74	14.38	Liviano

Elaborada por Jonatan René Ixcot Carrillo

A partir de los ejemplos dados, se determinarán las formas ideales de operar el implemento en cada cambio y se establecerá el requerimiento de potencia, indicando cuáles son los factores que inciden en las variaciones.

Se determinara para cada caso el porcentaje de patinaje e indicará cuál es la causa de un mayor o menor porcentaje.

El patinaje es igual a:

$$D = (V - V_o) / V$$

Donde:

D = Patinaje

V_o = Velocidad de operación con carga.

V = Velocidad sin carga.

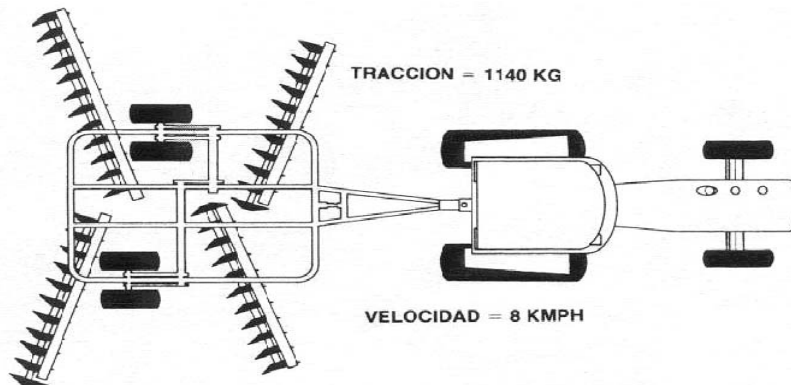
3.8.1 Factores a considerar para el cálculo de los requisitos de potencia teórica

1. Tipo de motor
2. Clasificaciones de potencia
3. Resistencia del suelo a la máquina
4. Tamaño del tractor
5. Combinación de implementos

6. Tamaño para trabajo crítico
7. Tracción a la barra de tiro
8. Potencia a la TDF
9. Potencia del sistema Hidráulico

Ejemplo 1.

Si la tracción de un implemento remolcado, como una rastra de disco, medida por medio de un dinamómetro hidráulico es de 1,140 kg. y se remolca a una velocidad de 8 km/h ¿cuántos son los kW en la barra de tiro? ¿Cuántos Hp a la barra de tiro?



Fuente: Linares, P. 1996. Teoría de la tracción de tractores agrícolas Universidad Politécnica de Madrid

Solución:

$$\text{Potencia (kW)} = (\text{fuerza, kg} \times \text{Velocidad, km/h}) / 368$$

$$\text{Potencia (kW)} = (1,140 \times 8) / 368$$

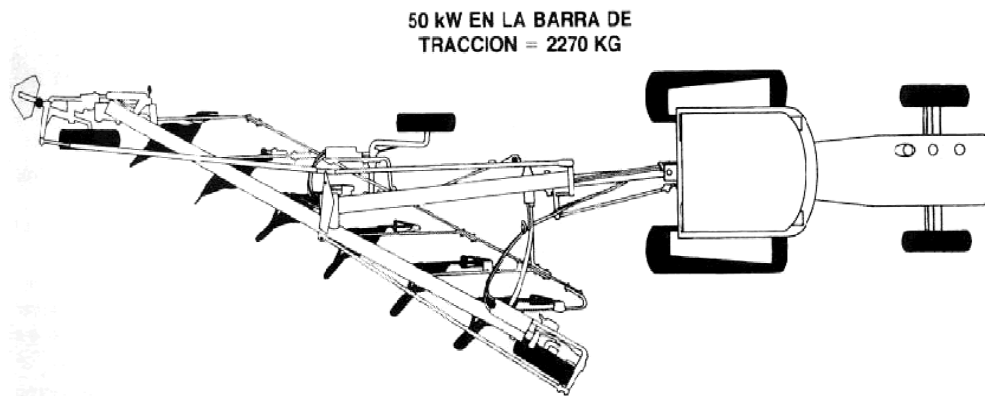
$$\text{Potencia (kW)} = 24.8$$

$$1 \text{ kW} = 1.35 \text{ HP}$$

$$\mathbf{24.8 \text{ kW} = 33.48 \text{ HP}}$$

Ejemplo 2.

Un tractor remolcando un arado con un total de tiro (tracción, fuerza) de 2270 kg. ¿Con qué rapidez se puede remolcar el arado si el tractor tiene 50 kW disponibles en la barra de tiro?



Fuente: Linares, P. 1996. Teoría de la tracción de tractores agrícolas Universidad Politécnica de Madrid

Solución:

$$\text{Potencia (kW)} = (\text{fuerza, kg} \times \text{Velocidad, km./h}) / 368$$

$$\text{Velocidad, km./h} = (\text{Potencia, kW} \times 368) / \text{Fuerza}$$

$$\text{Velocidad, km./h} = (50 \times 368) / 2270$$

$$\text{Velocidad, km./h} = 8.1$$

La fórmula puede usarse para calcular el tamaño del implemento a usar.

Ejemplo 3.

Se sabe que una cultivadora tiene una tracción de 425 kg./m de ancho cuando se usa en un campo dado. Se desea una velocidad de 7 km./h. El tractor tiene una disponibilidad de potencia de 63 kW. ¿Cuál es el ancho de la cultivadora que debe usarse?

Primero hay que determinar la tracción máxima de 63 kW a 7 km/h.

$$\text{Tracción ó Fuerza, kg} = (\text{kW} \times 368) / \text{Velocidad}$$

$$\text{Tracción ó Fuerza, kg} = (63 \times 368) / 7$$

$$\text{Tracción ó Fuerza, kg} = 3,312$$

Después, se determina el ancho

$$\text{Ancho, m} = \text{Tracción Total} / \text{Tracción por metro}$$

$$\text{Ancho, m} = 3312 / 425$$

$$\text{Ancho, m} = 7.79$$

3.8.2 Pérdidas de potencia por fricción

El motor perfecto que transforma toda la energía que consume, en trabajo no existe. El funcionamiento de un motor térmico se traduce inevitablemente por una serie de pérdidas térmicas directas, pérdidas térmicas indirectas y pérdidas mecánicas:

Las pérdidas térmicas directas son las que resultan del calor intercambiado en los sistemas de refrigeración y de escape.

Las pérdidas térmicas indirectas son esencialmente producidas por el rozamiento interno del motor que se transforman también en calor.

Las pérdidas mecánicas son las que se desprenden del accionamiento de los órganos indispensables del motor.

El rendimiento de los motores diesel alcanza valores medios del 35%, lo que significa que solo transforman en energía el 35% de la energía que consumen. Este valor corresponde a una utilización óptima y puede ser mucho menor si el motor está mal utilizado.

3.8.3 Pérdidas de potencia por sobrepeso

Siempre se debe de tener en cuenta la distribución de peso de los tractores puesto que de esto dependerá del buen aprovechamiento de su potencia reduciendo así el poder dañar la suspensión del tractor así como, alguno de sus ejes pueda sufrir fatiga por sobrepeso.

Hay que tomar muy en cuenta las especificaciones que los manuales indican ya que nos servirá de mucho el saber las capacidades máximas del tractor para tener un buen desempeño y aprovechamiento de su potencia.

Podemos interpretar entonces que “el tractor tira por lo que pesa”. Existe una relación física por la cual cualquier tipo de equipo no puede realizar una fuerza superior a su peso total.

El peso del fabricante mas el lastrado correcto será la combinación ideal de carga dinámica en los tractores agrícolas.

3.8.4 Pérdidas de potencia por la geografía del área de trabajo

Para evitar este tipo de pérdidas es importante el uso correcto de la selección de marchas puesto que ayudará a la prestación del tractor a través de la cuantificación de la eficiencia tractiva total del conjunto tractor - implemento, tomando a la misma como el cociente entre la potencia en la barra y la potencia en el motor en los trabajos de altos esfuerzos de tracción. Las causas

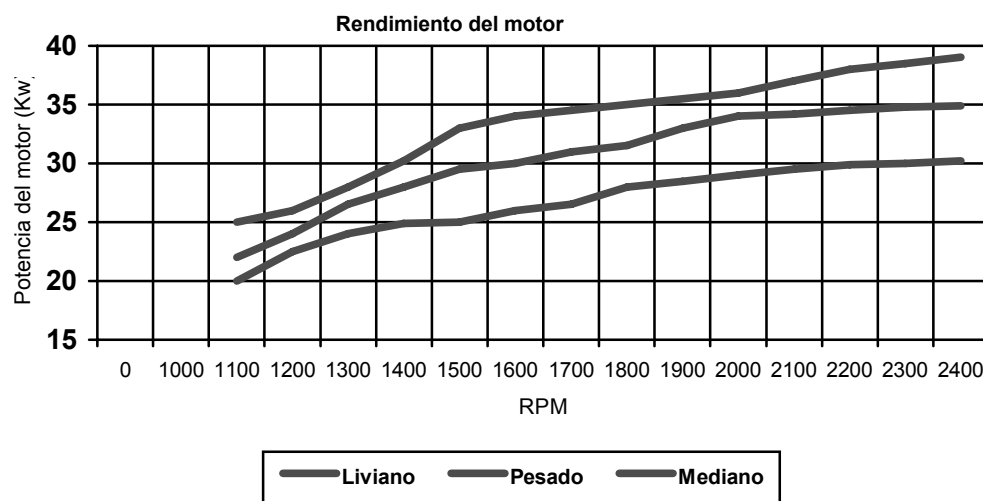
determinantes de la variación de potencia por el tipo de terreno se ve afectada por los esfuerzos traccionales, la velocidad de desplazamiento del conjunto, el patinaje de las ruedas motrices, el esfuerzo de rodadura del tractor, las pérdidas de velocidad y el consumo de combustible.

3.9 Gráficas

3.9.1 Potencia respecto al tipo de terreno

El rendimiento del conjunto tractor-implemento nos demuestra la efectividad con la que se aplica la potencia para alcanzar los objetivos de la producción agrícola, comprender la naturaleza de la potencia y de su uso optimo es esencial para su correcta aplicación.

Figura 48. Rendimiento del motor del tractor según el tipo de terreno donde trabaja

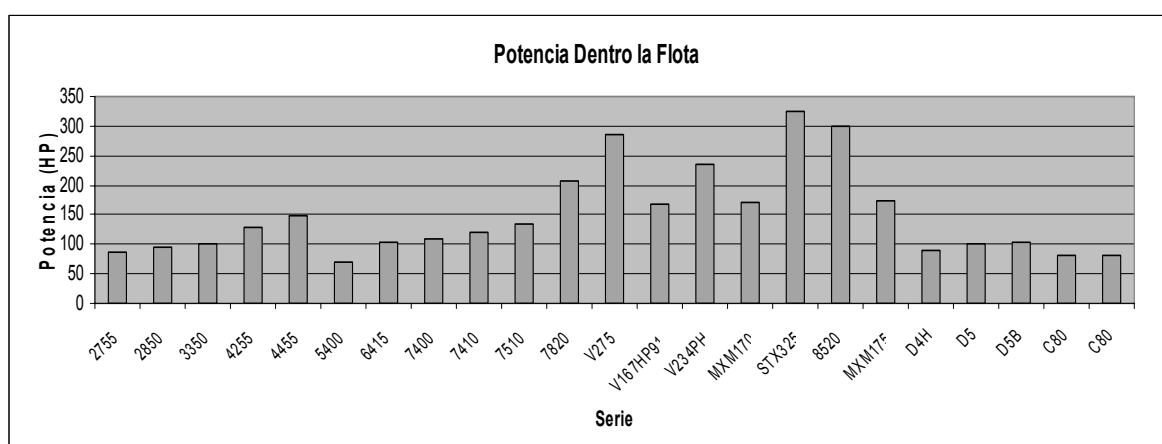


Fuente: <http://OECD.org>

3.9.2 Potencia disponible dentro de la flota

Se puede observar la variación considerable de potencia que existe actualmente dentro de la flota, los tractores se ubican en un rango de potencia entre 60 y 94 HP, predominando. El 23 % poseen entre 100 y 285 HP.

Figura 49. Disponibilidad actual de potencia dentro de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.



Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

Tabla XXXV. Disponibilidad actual de potencia dentro de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A.

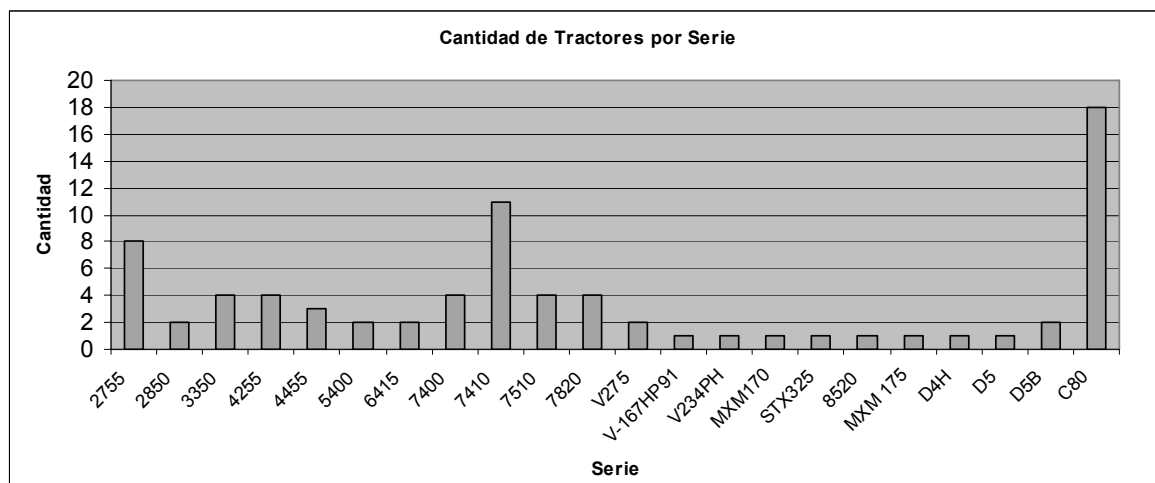
Marca	JD	JD	JD	JD	JD	JD	JD	JD	JD	JD	JD	Vang.
Serie	2755	2850	3350	4255	4455	5400	6415	7400	7410	7510	7820	V275
Potencia HP	88	95	101	129	149	69	105	109	120	135	206	285

Vang.	Vang.	Case	Case	JD	Case	Cat.	Cat.	Cat.	Case/McCormick
V-167	V234	MXM170	STX325	8520	MXM 175	D4H	D5	D5B	C80
167	234	170	325	300	175	90	100	105	C80

Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

Comparado con la gráfica anterior podemos observar que la disponibilidad de potencia varía bastante, usualmente se utilizan los tractores de menor potencia para Zanjear o en aplicaciones de químicos con aguilones, pero considerando la producción que se necesita, la disponibilidad de potencia es realmente baja.

Figura 50. Disponibilidad actual de de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A. según su serie



Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

Tabla XXXVI. Disponibilidad actual de de la flota de tractores del Ingenio la Unión S.A. según su serie

Serie	2755	2850	3350	4255	4455	5400	6415	7400	7410	7510	7820	V275
Cantidad	8	2	4	4	3	2	2	4	11	4	4	2

V-167HP91	V234PH	MXM170	STX325	8520	MXM175	D-4H	D-5	D-5B	C80
1	1	1	1	1	1	1	1	2	18

Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

3.9.3 Comprobación de pérdidas de potencia

En condiciones ideales de trabajo, la potencia en la barra de tiro del tractor debe ser 85 por ciento de la potencia máxima en la toma de fuerza. Desafortunadamente las condiciones de trabajo casi nunca son ideales, siempre hay resistencia a la rodadura y cierto patinaje.

Así, la condición del terreno afecta la proporción de la potencia del motor transferida al suelo. Cuando se transfiere eficientemente la potencia en la toma de fuerza a potencia en la barra de tiro, se logra más trabajo agrícola por cada litro de combustible usado. En condiciones de suelo muy húmedo, un tractor con tracción en las cuatro ruedas y potencia de 100 HP en la toma de fuerza solo da 63 HP en la barra de tiro.

Un tractor con tracción en dos ruedas y del mismo caballaje es todavía menos eficiente y solo da una potencia de 56 HP en la barra de tiro. En cambio, el tractor de orugas daría 72 HP en la barra de tiro trabajando en suelos arcillosos y húmedos. En realidad, produce más potencia utilizable en las tres condiciones de suelo. Eso significa que con un tractor de orugas se puede hacer más trabajo con menos combustible.

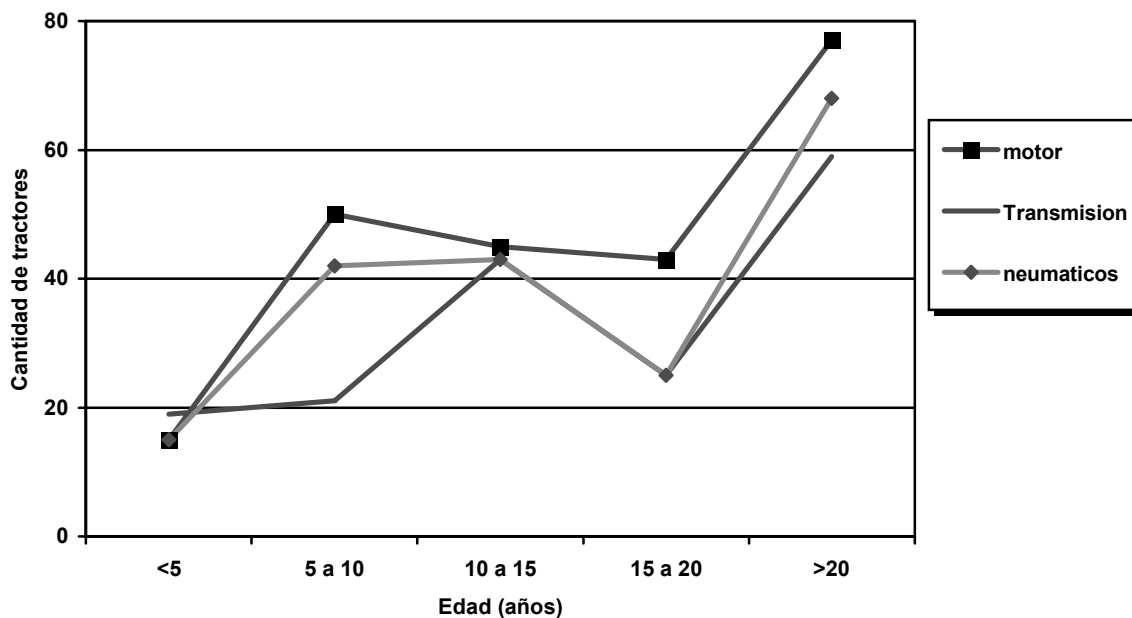
3.9.4 Paros más comunes por reparación

Las reparaciones más frecuentes se realizan en el motor, el sistema eléctrico, neumáticos, el sistema hidráulico y la transmisión.

Una de las conclusiones a las cuales se arribó fue el fuerte incremento de las reparaciones de los tractores a partir de los años. Este hecho no solo

incide en el costo directo de las mismas sino que tiene un peso muy importante en las perdidas generales producidas por la indisponibilidad de las maquinas para hacer tareas impostergables. De allí surgen retrasos en la siembra, imposibilidad de realizar determinado cultivo, bajas en los rendimientos entre las principales.

Figura 51. Incremento del número de reparaciones con la edad del tractor



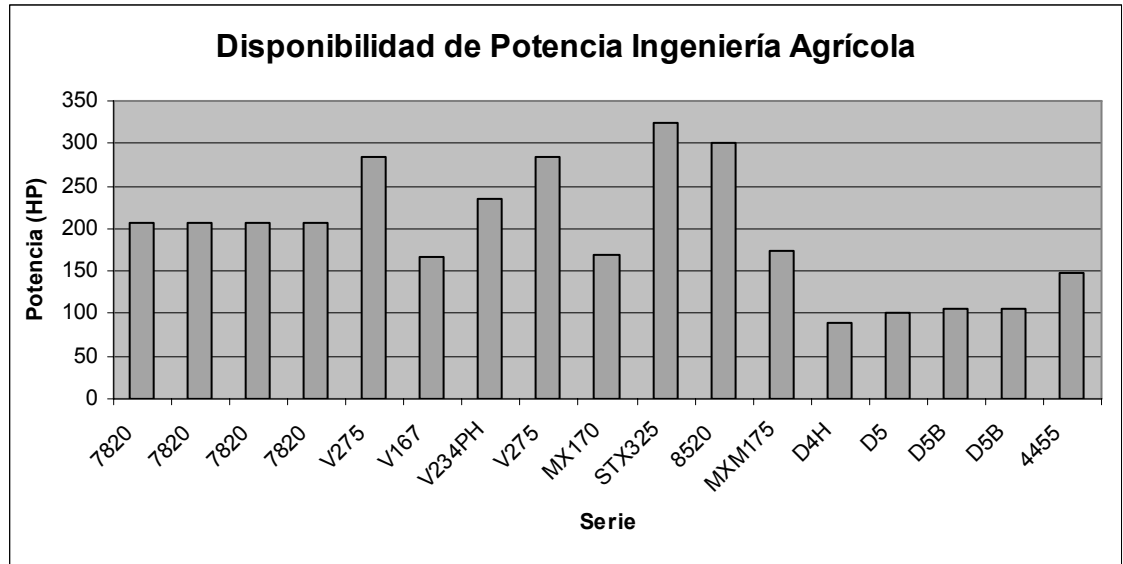
Fuente: <http://OECD.org>

La evolución y revolución tecnológica continúa y debemos mantenernos alertas para tomar en cuenta cuales de dichos avances podemos aprovechar e incorporar en nuestro específico sistema de producción.

Sobre todas las cosas debemos formarnos un criterio seguro, que nos permita seleccionar en que grado aprovecharemos esta nueva tecnología y cuales serán las consecuencias en nuestra empresa.

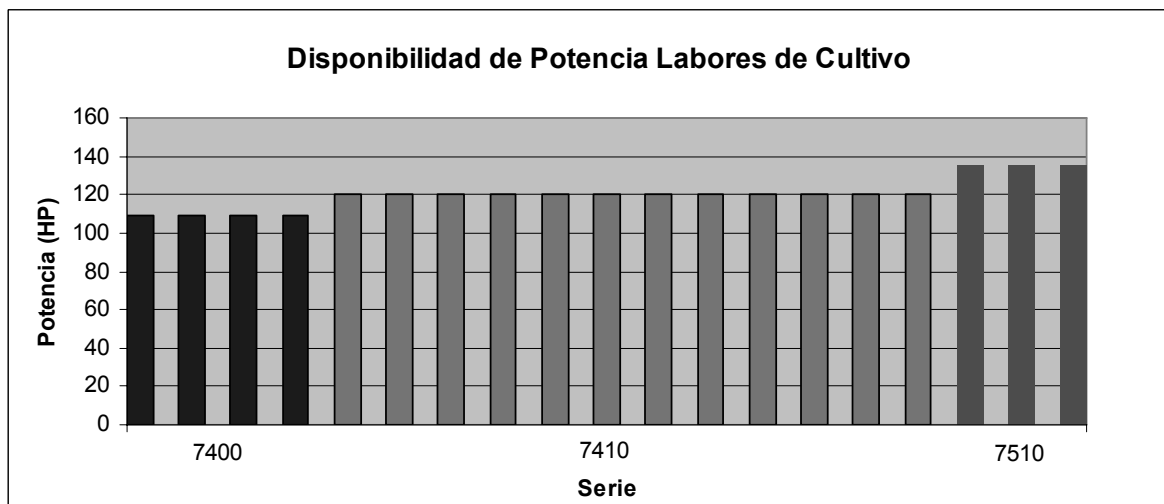
3.9.5 Disponibilidad de potencia dentro de cada área

Figura 52. Disponibilidad actual de potencia dentro de la flotilla de tractores para ingeniería agrícola



Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

Figura 53. Disponibilidad actual de potencia dentro de la flotilla de tractores para labores de cultivo



Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

[illegible]

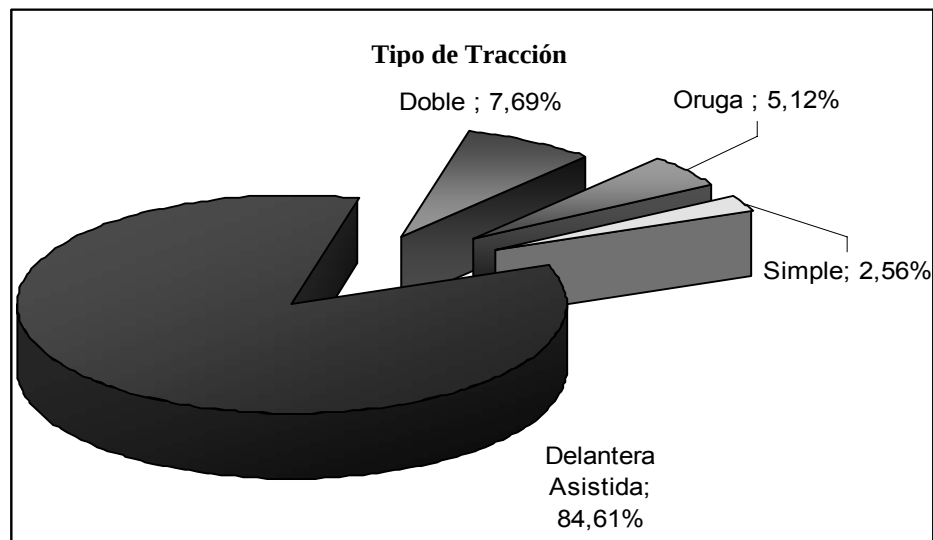
Nota: todas las comparaciones de potencias están dadas en Caballos de fuerza (HP) al volante de inercia.

En cuanto al tipo de tracción se observó el predominio de la tracción delantera mecánica con el 84.61%, los de doble tracción poseen en general, potencias mayores a 130 HP y se observó que existe el 7.69% dentro de la flota, en el 2.56% se encuentran los de tracción simple que únicamente son los tractores con código 48033 y 48034 que son de la serie 7400 de John Deere y utilizados en el departamento de labores de cultivo.

121

puedan presentar estos tractores, dentro de la flota únicamente se cuenta con el 5.12% de disponibilidad de tracción.

Figura 55. Tracción disponible dentro de la flota de tractores del Ingenio La Unión S.A.



Fuente: Flota de tractores de Ingenio La Unión S.A.

3.9.7 Desarrollo de las pruebas de campo

Esta investigación se desarrolló en el campo de la Finca de Jabalí II, San Francisco y San Luís, Propiedad del Ingenio La Unión ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.

El método para lograr esto consistió en evaluar los trabajos que se realizan en suelos de la región y la energía que utilizan los implementos agrícolas.

Para el análisis de la información se estableció el experimento utilizando un diseño con los siguientes implementos:

- ✓ Rastra de Cultivo
- ✓ Abonadora
- ✓ Abonocultivadora.

3.9.7.1 Características generales del equipo agrícola utilizado

El equipo que se empleó en este trabajo fue:

- ✓ Tractor Jonh Deere modelo 7420, código 48061, con una potencia de 135 HP al volante.
- ✓ Tractor John Deere modelo 7510, código 48054, con una potencia de 135 HP al volante.
- ✓ Tractor John Deere modelo 7400, código 48035, con una potencia de 105 HP al volante.
- ✓ Abonadora código 11004 de cuatro machetes con una carga de 6 quintales de abono por tolva.
- ✓ Abonocultivadora código 11512 con 16 discos cóncavos dentados, 4 machetes y una carga de 6 quintales de abono por tolva.
- ✓ Rastra de Cultivo código 38033 con 16 discos cóncavos dentados.

Los implementos utilizados son del tipo integral.

3.9.7.2 Características del sitio de evaluación

Antes de efectuar la prueba, se estableció el tipo de terreno donde se llevaría a cabo la práctica y se escogió elaborarla en terreno liviano (finca San Francisco y San Luís) y pesado (finca jabalí II).

Una de las mejores maneras para establecer el tipo de terreno en que se llevarán a cabo estas pruebas, es realizando una caracterización del terreno a través de las siguientes mediciones: porcentaje de las fracciones minerales (arcilla, limo, arena) que determinan la textura, porcentaje de humedad con base a peso, densidad aparente, porcentaje de cobertura vegetal, índice de rugosidad y resistencia a la penetración

3.7.9.3 Desempeño de la configuración de Tractor – Implemento

Para determinar el comportamiento del tractor con cada uno de los implementos, se registró:

- Profundidad de trabajo (m)
- Velocidad de trabajo (km/h)
- Tiempo (seg.)
- Presión (PSI)
- Patinaje de las ruedas (%)
- Fuerza de tracción (kN)
- Potencia requerida
- Tipo de terreno

El trabajo se realizó, señalizando una distancia equivalente a 20 metros, se determinó la velocidad sin carga para una marcha ó posición de la caja de cambios del tractor, para este caso se trabajo en 3ra. C.

Figura 56. Combinación del conjunto Tractor-Abonocultivadora para efectuar pruebas de campo con dinamómetro hidráulico acoplado entre el tractor y el implemento



Fuente: Finca San Francisco, Ingenio La Unión S.A.

Se enganchó el cilindro hidráulico entre el tractor y el implemento para que finalmente por medio de la lectura de los manómetros (presión) se pudiera hallar la fuerza de tracción que existe.

Figura 57. Dinamómetro hidráulico enganchado



Fuente: Finca San Francisco, Ingenio La Unión S.A.

A continuación se muestra la síntesis de la prueba:

Conjunto Tractor – Implemento 1.

Tractor John Deere	}	Potencia del motor = 135 HP
Código 48061		
Modelo 7420		Peso = 15256 Lb. (6920Kg.)

Abonadora	}	Peso = 2320 Lb. (1052 Kg.) + 1200 Lb. (544 Kg.) de abono
Código 11004		= 3520 Lb. (1596 Kg.)

Cilindro de Doble Efecto	}	Diámetro del pistón = 2 pulgadas

Se obtuvo la presión que desarrolla el implemento con respecto al tractor de la lectura generada por los manómetros, lo que ayudo a determinar la fuerza que existe en la combinación del conjunto Tractor-Implemento.

$$F = P \times A$$

$$F = 2,300 \text{ lb/pulg}^2 \times \pi (1 \text{ pulg.})^2 = \mathbf{7,225 \text{ lbf.}}$$

$$F = 7,225 \text{ lbf.} \times \frac{4.448 \text{ N}}{1 \text{ lbf.}} \times \frac{1}{1000} = \mathbf{32.13 \text{ kN}}$$

La velocidad desarrollada por el tractor fue de 7.5 Km./h.

$$7.5 \text{ Km./h} \times \frac{3280.83 \text{ pies}}{1 \text{ km.}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} = \mathbf{6.84 \text{ pies/ seg.}}$$

La potencia final que necesita el implemento para trabajar en un suelo pesado es entonces:

$$P = \frac{F \times V}{c}$$

$$P = \frac{7,225 \text{ lbf.} \times 6.84 \text{ pies/seg.}}{550 \text{ lbf} - \text{pies/seg.}} = \mathbf{89.8 \text{ HP}}$$

El patinaje que existió durante la prueba fue:

$$D = \frac{(V - V_0)}{V}$$

$$D = \frac{9 \text{ Km./h} - 7.5 \text{ Km./h}}{9 \text{ Km./h}} = \mathbf{0.166}$$

Conjunto Tractor – Implemento 2.

Tractor Jonh Deere } Potencia del motor = 135 HP
Código 48054 }
Modelo 7510 } Peso = 16601 Lb. (7530Kg.)

Abonocultivadora } Peso = 3760 Lb. (1706 Kg.) + 1200 Lb. (544 Kg.) de abono
Código 11521 } = 4960 Lb. (2250 Kg.)

Cilindro de Doble Efecto } Diámetro del pistón = 2 ½ pulgadas

Se obtuvo la presión que desarrolla el implemento con respecto al tractor de la lectura generada por los manómetros, lo que ayudo a determinar la fuerza que existe en la combinación del conjunto Tractor-Implemento.

$$F = P \times A$$

$$F = 500 \text{ lb/pulg}^2 \times \pi (1.25 \text{ pulg.})^2 = \mathbf{2454.37 \text{ lbf.}}$$

$$F = 2,454.37 \text{ lbf.} \times \frac{4.448 \text{ N}}{1 \text{ lbf.}} \times \frac{1}{1000} = \mathbf{10.91 \text{ kN}}$$

La velocidad desarrollada por el tractor fue de 11 Km./h

$$11 \text{ Km./h} \times \frac{3280.83 \text{ pies}}{1 \text{ km.}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} = \mathbf{10.02 \text{ pies/ seg.}}$$

La potencia final que necesita el implemento para trabajar en un suelo liviano es entonces:

$$P = \frac{F \times V}{c}$$

$$P = \frac{2454.37 \text{ lbf.} \times 10.02 \text{ pies/seg.}}{550 \text{ lbf} - \text{pies/seg.}} = \mathbf{49.20 \text{ HP}}$$

El patinaje que existió durante la prueba fue:

$$D = \frac{(V - V_0)}{V}$$

$$D = \frac{13 \text{ Km./h} - 11 \text{ Km./h}}{13 \text{ Km./h}} = \mathbf{0.15}$$

Conjunto Tractor – Implemento 3.

Tractor Jonh Deere	}	Potencia del motor = 109 HP
Código 48035		
Modelo 7400		Peso = 15201 Lb. (6895 Kg.)

Rastra	}	Peso = 2315 Lb. (1050 Kg.)
Código 38033		

Cilindro de Doble Efecto	}	Diámetro del pistón = 2 ½ pulgadas

Se obtuvo la presión que desarrolla el implemento con respecto al tractor de la lectura generada por los manómetros, lo que ayudo a determinar la fuerza que existe en la combinación del conjunto Tractor-Implemento.

$$F = P \times A$$

$$F = 370 \text{ lb/pulg}^2 \times \pi (1.25 \text{ pulg.})^2 = \mathbf{1,861 \text{ lbf.}}$$

$$F = 1,861 \text{ lbf.} \times \frac{4.448 \text{ N}}{1 \text{ lbf.}} \times \frac{1}{1000} = \mathbf{8.1 \text{ kN}}$$

La velocidad desarrollada por el tractor fue de 11 Km./h

$$14 \text{ Km./h} \times \frac{3280.83 \text{ pies}}{1 \text{ km.}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} = \mathbf{12.75 \text{ pies/ seg.}}$$

La potencia final que necesita el implemento para trabajar en un suelo liviano es entonces:

$$P = \frac{F \times V}{c}$$

$$P = \frac{1,861 \text{ lbf.} \times 12.75 \text{ pies/seg.}}{550 \text{ lbf – pies/seg.}} = \mathbf{43.17 \text{ HP}}$$

El patinaje que existió durante la prueba fue:

$$D = \frac{(V - V_0)}{V}$$

$$D = \frac{15 \text{ Km./h} - 14 \text{ Km./h}}{15 \text{ Km./h}} = \mathbf{0.06}$$

Tabla XXXVII. Desempeño del conjunto Tractor – Implemento evaluado

Tractor Código	Implemento	Código	Profundidad de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Tiempo Seg.	Presión PSI	Patinaje (%)	Fuerza de tracción (kN)	Potencia (HP)	Tipo de terreno
48061	Abonadora	11004	0.26	7.5	8	2300	16.67	32.13	89.8	Pesado
48054	Abonocultivadora	11521	0.09	11	5.45	500	15.37	10.91	49.20	Liviano
48035	Rastra de Cultivo	38033	0.03	14	4.28	300	6.67	8.1	43.17	Liviano

Fuente: Finca San Francisco, San Luís y Jabalí II; Ingenio La Unión S.A.

Los resultados se reportan en el Cuadro. El tipo de terreno donde se llevan a cabo las labores agrícolas es fundamental para la medición de la capacidad de trabajo e influye en el criterio de selección del equipo por parte de los productores, los resultados muestran que existe una diferencia de potencia requerida por los implementos según el tipo de terreno donde se trabaja.

Esta diferencia radica, principalmente, en el diseño y forma de los implementos así mismo como de su peso y buenas prácticas de operación del operador del tractor.

La penetración o profundidad de trabajo depende de la resistencia que presente el suelo, que a medida que se seca, reduce la profundidad de trabajo de los implementos

Sin embargo tiene que tenerse en cuenta que estos datos únicamente conciernen a la potencia requerida por el implemento, a la potencia total generada por el tractor también se le debe de ir restando la potencia que se pierde por el patinaje, resistencia a la rodadura, sistema hidráulico, toma de fuerza y un mal control del servicio de mantenimiento.

Tabla XXXVIII. Combinación del Conjunto Tractor – Implemento

		Implemento															
		Rastrero Rompedora	Rastrero Pulidora	Surcador	Subsolador	Sargador	Tagadora de Zanjas	Tralla	Cilindro de Pizones	Niveladora Trasera	Rotavator	Peine	Rastrero de Cultivo	Abonadora	Abonocultivadora	Agujón	Agroquímico
Potencia mínima a máxima requerida por el implemento del tractor (HP)		140 a 320	125 a 210	150 a 175	150 a 175	60 a 100	44 a 80	130 a 180	160 a 200	60 a 100	100 a 140	25 a 50	80 a 110	100 a 120	100 a 130	60 a 80 (HP al TDP)	60 a 80
Tipo de Suelo	Potencia del Motor (HP)	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado	Liviano	Pesado
2755	88					*				*						*	*
2850	95					*	*			*			*			*	*
3350	101					*	*			*			*			*	*
4255	129						*	*		*	*		*	*	*		
4455	149							*			*		*	*	*	*	
5400	69					*	*			*	*		*			*	*
6415	105					*	*			*	*		*				
7400	109						*			*	*		*	*	*		
7410	120										*		*	*	*		
7510	135		*					*			*			*	*	*	
7820	206	*	*		*				*	*	*						
V275	285	*	*	*													
V167HP91	167	*	*	*	*			*	*		*						
V234PH	234			*	*	*		*	*								
M0M170	170	*	*	*	*			*	*		*						
STX325	325	*															
8520	300	*															
M0M175	175	*		*	*	*		*	*								
D4H	90					*											
D5	100					*	*			*	*	*					
D5B	105									*	*	*					
C80	80					*	*	*		*			*	*		*	*
C80	80					*	*	*		*			*	*		*	*

Fuente: Flota de tractores e implementos agrícolas Ingenio La Unión S.A

CONCLUSIONES

1. Actualmente no existe una buena organización dentro de la flota de tractores del Ingenio La Unión, puesto que el peso y la demanda de fuerza de tracción por parte del implemento son desproporcionadas a las características del tractor en algunos casos, esto obedece a que no existe ningún tipo de guía para que el productor pueda lograr una buena combinación del conjunto tractor-implemento.
2. El cambio del sistema de combinación de los implementos y tractores permitirá reducir las demandas laborales, incrementar la productividad y reducir los tiempos de operación. Complementando las operaciones agrícolas con mayor eficiencia.
3. La definición y análisis de la secuencia de operaciones mecánicas para la producción de cultivos son pertinentes, para la optimización del recurso tractor-implemento, tiempo y costos, para lograr esto se requiere de un conjunto de conocimientos técnicos, económicos-financieros y comerciales que el productor de caña de azúcar debe abordar, para que combinándolos adecuadamente con los recursos humanos, pueda tomar decisiones acertadas.
4. En función de las condiciones del clima, suelo y del cultivo, son diferentes las operaciones, la secuencia y las características de los equipos. Por ello, la selección y planificación de la maquinaria dentro de un proceso de mecanización debe estar soportada por un análisis de operaciones (labores mecánicas) por parte de los productores de caña de azúcar.

5. Por medio de las observaciones de campo se pudo constatar que los tractores, según cual sea el tipo de terreno y labor que realizan, utilizan capacidades altas de potencia, afectada por el patinaje, resistencia al rodamiento, resistencia de penetración del implemento, fuerza de tracción desarrollada por el implemento, sistema hidráulico y las pérdidas térmicas que existen en el motor de combustión interna.
6. Las ventajas de conocer la potencia del tractor y la potencia requerida por el implemento, ayudará al productor de caña de azúcar a desarrollar mejor las tareas de campo y poner empeño en mejorar las prácticas de combinación del conjunto tractor-implemento para preservar la funcionalidad del tractor como del implemento.
7. La alternativa que existe para hallar la potencia real que suministra el motor de un tractor consiste en evaluarlo mediante el empleo de un dinamómetro, dicho ensayo nos proporcionará la potencia bruta, potencia neta y potencia útil que existe en el tractor. Esto entonces nos ayudará a poder entender de una mejor manera la merma de potencia y el aumento del consumo de combustible que existe en equipos con regular y deficiente mantenimiento.
8. Complementariamente se determinó la metodología para obtener la potencia requerida por los implementos. Se determinó de la medición, los esfuerzos traccionales, la velocidad de desplazamiento del conjunto, el patinaje de las ruedas motrices, el esfuerzo de rodadura del tractor, tomando muy en cuenta la distribución de peso del tractor y peso del implemento con carga.

RECOMENDACIONES

Al Superintendente de taller automotriz y agrícola

1. Analizar la posibilidad de compra, de un dinamómetro portátil para medir la fuerza que ofrecen los motores de combustión interna de los tractores de la Flota del Ingenio La Unión, para poder hallar la potencia real disponible que ofrecen estos.
2. Proponer a la división agrícola, implementar el desarrollo de pruebas de campo para la determinación de las fuerzas ejercidas en las operaciones de laboreo, usando un sistema a base de un dinamómetro (cilindro hidráulico). El conocimiento de las fuerzas entre el tractor y el implemento acoplado en los tres puntos de enganche y barra de tiro es importante, ya que estas pueden ser usadas para determinar la habilidad tractiva del tractor y los requerimientos de potencia del implemento.

Al Superintendente de Operaciones

3. Proponer a la división agrícola, que lleve a cabo investigaciones de suelos para poder determinar las características reales de éstos en la región donde producen caña de azúcar, para determinar así el porqué de las pérdidas de potencia y desgaste de los tractores e implementos.
4. Requerir de el departamento de labores de cultivo, ingeniería agrícola y cosecha usuarios del equipo mecánico (tractor e implemento) se informen de las necesidades de trabajo que se requieren antes de

comprar maquinaria nueva y exija demostraciones de campo para poder determinar el rendimiento de la maquinaria adquirida.

5. Obtener información de los proveedores, de la calidad del equipo que se adquiere y hacer cumplir a la división agrícola el requisito de leer los manuales del operador u operación para conocer las especificaciones del tractor o implemento que se emplea durante las labores agrícolas.
6. Exigir a la división agrícola el capacitar a los operadores de la maquinaria, para que existan buenas prácticas de cuidado del conjunto tractor-implemento, hacerles ver los costos equivalentes por el mal trato de la maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CORTÉS, Elkin.** Mecanización agrícola: Relación máquina-suelo. Palmira (Valle del Cauca), Colombia: Universidad Nacional. 1994.
2. **AGRICULTURA. Mtrio, E.M.A.** Homologación de Potencia de los Tractores Agrícolas. Volúmenes I, II y III. Y Fichas Técnicas "Características Técnicas de la Maquinaria Agrícola. Tractores de Ruedas Y Cadenas."
3. **DONNEL HUNT.** Maquinaria Agrícola. Ed. Limusa. 1983.
4. **GIL SIERRA, G.** Elementos Hidráulicos en Los Tractores Y Maquinas Agrícolas. Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993.
5. **ORTIZ CAÑAVATE, J.** Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. (4ª. Edición). Ed. Mundi-Prensa S.A. 1993.
6. **ORTIZ CAÑAVATE, J. HERNANZ, J.L.** Técnica de la Mecanización Agrícola. (3ª. Edición.) Ed. Mundi-Prensa. 1989.
7. **SRIVASTAVA, A.K.-GOREING, C.E. ROHRBACH, R.P.** Engineering Principles Of Agricultural Machines. Ed. ASAE .1994.
8. **EVANS, M. I.; CLARK, R. L.** 1989. A traction prediction and ballast selection model. ASAE Paper 89-1054. St Joseph Mich.
9. **IRAM** Norma 8002 Maquinaria agrícola Barras de tiro para tractores. Características.

10. **ASHBURNER, J.B. sims.** Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). San José Costa Rica.
11. Acople del conjunto tractor implemento. Palmira (Valle del Cauca), Colombia: Universidad Nacional, 1993.
12. Mecánica del tractor: condiciones de equilibrio y transferencia de peso. Palmira (Valle del Cauca), Colombia: Universidad Nacional, 1992.
13. **ARNAL AANTARES P.** Laguna Blanca A. 1993. Tractores y motores agrícolas. 2ª. Ed. Madrid: Mundi-prensa. Madrid.
14. **BOTTA G.** Dagostino C. 2001. Mantenimiento de la maquinaria agrícola. Tomo XII. Ed. F y G. ISBN 987 – 98959 – 7 – 5. San Isidro Argentina.
15. **Linares, P.** 1996. Teoría de la tracción de tractores agrícolas. Universidad Politécnica de Madrid.
16. **Cock James H.** 1995. Manejo de la caña de azúcar para la cosecha en estado verde, en el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia CENICAÑA, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

