

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE MAQUINARIA  
AGRÍCOLA EN EL VALLE DE CAÑETE”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**ROBERTO ALFONSO ASTUDILLO AVILA**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA SELECCIÓN DE MAQUINARIA  
AGRÍCOLA EN EL VALLE DE CAÑETE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. ROBERTO ALFONSO ASTUDILLO AVILA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. AUGUSTO FELIPE ZINGG ROSELL  
Presidente

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO  
Asesor

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE  
Miembro

Ing. FRANCISCO JAVIER ROJAS ALEJANDRO  
Miembro

LIMA – PERU

2020

# ÍNDICE

I	PRESENTACIÓN.....	1
	1.1 Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con campos temáticos de la carrera profesional.....	1
	1.2 Descripción de los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio .....	1
II	INTRODUCCIÓN .....	3
III	OBJETIVOS .....	4
	3.1 Objetivo general .....	4
	3.2 Objetivos específicos.....	4
IV	DESARROLLO DEL TRABAJO.....	5
	4.1 Contribución en la solución de situaciones problemáticas que se hayan presentado durante su estancia en la empresa .....	5
	4.1.1 Primer caso: Trabajos de tractores fruteros .....	6
	4.1.2 Segundo caso: Trabajos realizados en granjas de aves .....	7
	4.1.3 Tercer caso: Labores realizadas con tractores de alto despeje .....	8
	4.1.4 Cuarto caso: Trabajos de tractores en tracción simple y tracción asistida .....	9
	4.1.5 Quinto caso: Importancia de un lastrado adecuado para labores de compactación.....	11
	4.1.6 Sexto caso: Elección de neumáticos en campos con características particulares .....	13
	4.1.7 Séptimo caso: Implementación del plan de mantenimiento del tractor agrícola .....	14
	4.2. Análisis de la contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional.....	22
	4.2.1 Según el tipo de tracción .....	23
	4.2.2 Según los cultivos o labores agrícolas.....	24
	4.2.3 Adaptado a la explotación .....	26
	4.2.4 Respuesta del tractor a la demanda de los trabajos .....	26
	4.2.5 Labores agrícolas mecanizadas .....	29
	4.2.6 Patinamiento, lastrado y elección de neumáticos en tractores agrícolas .....	37
	4.2.7 Pérdidas ruedas – suelo .....	38
	4.2.8 Pérdidas por patinamiento.....	39
	4.2.9 Reducción conjunta de pérdidas por rodadura y patinamiento .....	40
	4.2.10 Lastrado.....	40
	4.2.11 Conceptos Generales del lastrado.....	41

4.2.12 Elección del tipo de neumático agrícola .....	43
4.2.13 Descripción de la rueda .....	43
4.2.14 Elementos de la cubierta.....	43
4.2.15 Dimensiones de un neumático.....	44
4.2.16 Tipos de neumáticos.....	44
4.2.17 Nomenclatura de los neumáticos agrícolas.....	45
4.2.18 Presión de inflado.....	46
4.2.19 Normas generales de uso de los neumáticos.....	46
4.2.20 Mantenimiento y regulación del motor.....	47
4.2.21 Limpieza del filtro de aire .....	47
4.2.22 Limpieza del filtro de combustible.....	49
4.2.23 Control y regulación del circuito del combustible .....	50
4.2.24 Utilización de lubricantes adecuados.....	51
4.2.25 Correcta conducción y utilización del tractor.....	52
4.2.26 Adecuación y mantenimiento de aperos.....	57
4.2.27 Organización, control y gestión del trabajo.....	57
4.2.28 Formación y rendimiento del operador .....	57
4.2.29 Costos de la maquinaria agrícola.....	59
4.2.30 Cálculo de costos.....	60
4.3 Explicar el nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas .....	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
5.1 Conclusiones .....	67
5.1 Recomendaciones.....	68
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	69

## Lista de Figuras

Figura 1:	Tractor John Deere 6125E trabajando con sembradora de granos en Cañete .....	5
Figura 2:	Tractor John Deere modelo 3036EN laborando con pulverizadora de 400 litros .....	6
Figura 3:	Tractor agrícola de 36 hp operando rotovalor de 1.25 mts. en galpón de aves .....	7
Figura 4:	Tractor John Deere de alto despeje operando implementos en campos de Amaryllis en Cañete .....	8
Figura 5:	Tractores John Deere modelo 6403 en sus versiones de tracción simple y tracción asistida .....	9
Figura 6:	Tractor John Deere de 92 HP tracción simple operando arado de 4 discos .....	10
Figura 7:	Operaciones de tractor agrícola en compactación de silos .....	11
Figura 8:	Tractor agrícola mostrando un adecuado lastre sólido .....	12
Figura 9:	Tractor John Deere modelo 5075E con diferente tipo de neumáticos .....	13
Figura 10:	Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere .....	18
Figura 11:	Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere .....	19
Figura 12:	Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere .....	20
Figura 13:	Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere .....	21
Figura 14:	Distribución de pesos en un tractor agrícola de tracción simple .....	23
Figura 15:	Distribución de pesos en un tractor agrícola de tracción asistida .....	23
Figura 16:	Tractor de doble tracción .....	24
Figura 17:	Tractor John Deere de 123 hp empleado para preparación de terrenos .....	24
Figura 18:	Tractor John Deere de trocha angosta empleado en fundo de palto .....	25
Figura 19:	Tractor viñatero .....	25
Figura 20:	Tractor de trocha angosta atascado en el terreno por problemas de patinamiento y falta de potencia .....	37
Figura 21:	Pérdidas de energía mecánica del motor por transmisión, patinamiento y rodadura ..	38
Figura 22:	Marcas en el terreno ocasionadas por la manera de lastrar .....	42
Figura 23:	Filtro de combustible de tractor agrícola .....	49
Figura 24:	Medición del nivel de aceite en tractor agrícola .....	52
Figura 25:	Curvas de potencia y consumo características del motor .....	53
Figura 26:	Curvas del par motor .....	55
Figura 27:	Gráfica de uso anual de maquinaria vs vida útil de la misma .....	65

## Lista de Tablas

Tabla 1:	Cartilla de mantenimiento preventivo para un tractor agrícola John Deere .....	16
Tabla 2:	Distancia entre plantas y plantas por metro lineal en dos distancias entre surcos y tres densidades de población.....	35
Tabla 3:	Factor de corrección para calcular la potencia de tracción en diferentes tipos de suelo .....	38
Tabla 4:	Patinamiento recomendado para conseguir la máxima eficacia posible sobre diferentes tipos de suelo.....	39
Tabla 5:	Peso total necesario para el tractor en función de la potencia del motor usada en trabajos de tracción para diferentes velocidades de trabajo .....	40
Tabla 6:	Vida útil de algunas máquinas e implementos agrícolas .....	62

# I. PRESENTACIÓN

## 1.1 Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con campos temáticos de la carrera profesional

Dentro de las funciones que se desarrollaron y cómo ellas se vinculan con campos relacionados con la carrera de Ingeniería Agrícola, se puede mencionar los siguientes puntos:

- El asesoramiento a los agricultores a nivel profesional para una correcta elección de la maquinaria agrícola que debieron adquirir según sus necesidades particulares.
- Se debieron considerar y manejar criterios tales como: Tipo de cultivo que siembra el agricultor, topografía del terreno, altitud a la cual trabajará la máquina, método de riego que utiliza en sus campos, tipo de labores agrícolas para el que utilizará el tractor, etc.
- Apoyamos al agricultor con la optimización del uso de su tractor, teniendo en cuenta conceptos importantes aprendidos durante la carrera, como son: Lastrado del tractor (lastre sólido y lastre líquido), tipo de llantas que utilizará la máquina, patinamiento, sistema de seguridad antivuelcos (ROPS), ergonomía, etc., llevados en los distintos cursos dictados por el Departamento de Mecanización Agrícola.

## 1.2 Descripción de los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio

Dentro de los aspectos propios de la puesta en práctica que podemos mencionar, se hizo hincapié en puntos que fueron recurrentemente revisados a lo largo de los 5 años de estudio como son:

- En el curso de Motores y Tractores se aprendió que mantener un correcto régimen del motor y relación de cambio permitirá al agricultor un significativo ahorro en el consumo de combustible, debido a que si optimizamos su uso nos representará un 10% del consumo total, mientras que un uso inadecuado elevaría el consumo hasta un 20%.
- En el curso de Maquinaria Agrícola se aprendió que elegir el tipo de tractor para determinadas labores dependerá básicamente del tipo de aperos que utilizaremos. Es por ello que la adecuación y mantenimientos de éstos es fundamental para lograr optimizar el uso del tractor, pues si los implementos utilizados no son adecuados para trabajar con la máquina; esto repercutirá en un sobre esfuerzo del motor e inestabilidad del equipo, lo que influye en el aumento del consumo de combustible.

- En el curso de Administración de Maquinaria se enfatizó que realizar un correcto mantenimiento del tractor le permitirá al agricultor encontrar un ahorro significativo de costos, pues hacerlo de forma incorrecta implicaría que luego la máquina tendrá más horas paradas de las que debería tener, aumentará el gasto en repuestos debido al desgaste de piezas adicionales y el consumo de combustible será cada vez mayor.
- En el curso de Maquinaria para Obras se hizo hincapié que un correcto lastrado, tanto líquido como sólido, ayudará a reducir el patinamiento del tractor y esto es muy importante porque no sólo se verá reflejado en un ahorro de combustible, sino que además reducirá el desgaste de los neumáticos y el trabajo en campo será de mejor calidad.
- Durante los cursos dictados por el Departamento de Mecanización Agrícola se resaltó la importancia de elegir los neumáticos correctos para las labores de agricultura, pues es uno de los puntos de partida que debe tener en cuenta el agricultor al elegir su equipo. Existen diferentes tipos de neumáticos agrícolas pensando en los distintos tipos de suelo que se tienen en cada zona. Es así que, por ejemplo, para un mismo tractor se le puede configurar distinto tipo de llanta, dependiendo de la zona de trabajo (será distinto si el trabajo se realizará en la costa con terreno arenoso o en la selva con terreno predominantemente arcilloso).



## II. INTRODUCCIÓN

La selección y optimización de la maquinaria agrícola en general y del tractor en particular son aspectos fundamentales que debe tener en cuenta el agricultor, pues el simple hecho de elegir el tractor adecuado para sus labores de campo le asegurará un desempeño eficiente con reducción de gastos por la calidad de trabajo, el mismo que se verá reflejado, en consecuencia, en la optimización de recursos.

Después de haber culminado los estudios universitarios en la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM, se tuvo la oportunidad de realizar actividades relacionadas con la carrera, principalmente en el área de maquinaria agrícola.

Gracias a ello se pudo aplicar y validar los conocimientos recibidos en los cursos de formación de la carrera de ingeniería agrícola, pero que llevándolos a la práctica se fueron reforzando y permitieron desarrollar criterios necesarios para afrontar las situaciones problemáticas en el desarrollo de las actividades encomendadas y que han permitido optimizar el trabajo y, principalmente, brindar la asesoría oportuna al agricultor para una elección correcta de sus equipos agrícolas.

En la empresa IPESA S.A.C. , representante exclusivo en el Perú de la marca John Deere, se ha tenido la oportunidad de desempeñar el cargo de ejecutivo comercial de la línea agrícola desde el año 2016 hasta la actualidad. Durante este tiempo se han presentado diferentes obstáculos al momento de adaptar los tractores e implementos a distintas labores y, por lo mencionado anteriormente, se pudieron ir solucionando.

Por todo esto es de gran importancia para el agricultor la adecuada asesoría en maquinaria agrícola, pues de una correcta elección de la máquina y su utilización de forma óptima repercutirá directamente en sus ingresos y en la evolución de su negocio.

En este trabajo monográfico trataremos las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta, con casos incluidos, para una correcta selección del tractor y, posteriormente, veremos de qué forma se puede optimizar el uso de la máquina.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

- Determinar los criterios técnicos para la selección de maquinaria agrícola en el valle de Cañete.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar los beneficios que puede significar para el agricultor del valle de Cañete la selección adecuada de la maquinaria agrícola.
- Analizar los elementos que inciden en los criterios técnicos de la mecanización agrícola en el valle de Cañete.
- Encontrar alternativas que permitan mejorar el rendimiento económico de la maquinaria agrícola en Cañete.

## IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

### 4.1 Contribución en la solución de situaciones problemáticas que se hayan presentado durante su estancia en la empresa

Durante el tiempo transcurrido desde el fin de los estudios universitarios hasta la fecha, se tuvo la oportunidad de desarrollar labores principalmente en el área de maquinaria agrícola. Gracias a ello se pudo aplicar muchos aspectos y conceptos que fueron vistos en los salones de clase, pero que llevándolos a la práctica se han ido reforzando y han permitido desarrollar el criterio, necesario para todo profesional, que han ayudado a optimizar el trabajo y, principalmente, brindar la asesoría oportuna al agricultor para una elección correcta de sus equipos agrícolas.

Actualmente el tractor agrícola es una fuente de energía insustituible, en una explotación agropecuaria moderna. Con el desarrollo y perfeccionamiento logrado a través del tiempo, el tractor ha ido modificándose hasta lograr distintas configuraciones, ajustándose a diversas exigencias de terrenos, cultivos, climas y modalidades de labores.

A continuación, se presentan casos de situaciones problemáticas que se presentaron y fueron resueltas durante la estancia en la empresa.



Figura 1: Tractor John Deere 6125E trabajando con sembradora de granos en Cañete.

#### 4.1.1 Primer caso: Trabajos de tractores fruteros



Figura 2: Tractor John Deere modelo 3036EN laborando con pulverizadora de 400 litros.

Aunque los tractores estándar representan actualmente un porcentaje muy importante del mercado, en la elección de un tractor para una determinada explotación también juegan un papel importante las dimensiones del mismo

Los tractores agrícolas especializados (fruteros), que pueden ser de simple y doble tracción, presentan unas dimensiones reducidas en comparación a los tractores estándar. Ello les hace especialmente ventajosos para determinados cultivos agrícolas. En este sentido, destacan las siguientes dimensiones: la anchura mínima, el ancho de vía delantero y/o trasero, la distancia entre ejes (batalla) y la altura al volante.

Los tractores fruteros presentan anchos de vía trasero entre 986 mm. y 1603 mm. El ancho de vía delantero varía según se trate de tractores de simple y doble tracción, condicionando tal dimensión la anchura mínima del tractor, situándose a partir de los 1.150 mm.

La distancia entre ejes condiciona de manera importante la maniobrabilidad del tractor, no encontrándose grandes diferencias entre los distintos modelos de tractores especializados que existen en el mercado. Finalmente, la altura al volante es otra característica importante, sobre todo en ciertas explotaciones frutícolas; es muy común encontrar alturas a la volante que van desde el 1.10 m. hasta los 1.30 m.

Lo que se busca con estas dimensiones es que los tractores puedan moverse al interior del fundo sin entorpecer las labores de los trabajadores ni pasar a llevar o romper las ramas o la fruta. Por lo mismo, elegir el equipo indicado dependerá, en primera instancia, de las características del fundo y, por ende, de la especie plantada.

Una característica complementaria al tamaño, y que puede redundar en que la máquina tenga una buena performance en el fundo, es un radio de giro que le permita entrar en la siguiente hilera del campo sin la necesidad de hacer cambios de marcha. La polivalencia demandada al tractor especializado exige distintas posibilidades de accionamiento de los aperos acoplados al tractor. El elevador hidráulico del enganche tripuntal y el eje de toma de fuerza son los dispositivos fundamentales que hay que analizar.

#### 4.1.2 Segundo caso: Trabajos realizados en granjas de aves



Figura 3: Tractor agrícola de 36 hp operando rotovator de 1.25 mts. en galpón de aves.

Un mercado que en los últimos años ha incrementado su demanda de tractores es el que se dedica a la explotación de granjas de aves.

Entre las funciones y características de este tipo de labores, se destaca lo siguiente:

- Para seleccionar el tractor ideal se debe considerar las dimensiones del galpón y la distancia entre camas. En la zona de Cañete se acostumbra a tener una distancia de 1.5 - 2 metros, por lo que deberá recomendarse un tractor de trocha angosta.
- Generalmente el tractor trabajará con una pulverizadora que se encargará de la desinfección de los galpones. Muchas veces los clientes deciden el tractor que comprarán en función de la capacidad de la pulverizadora que poseen.
- Un equipo muy usado en los galpones de aves es el rotovator. Esto es debido a que el estiércol de las aves es utilizado para la venta de abono orgánico y como el rotovator desmenuza el suelo gracias al giro de sus cuchillas, se logra una pulverización del suelo que acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Una combinación de profundidad de trabajo, velocidad de rotor, velocidad de avance y ajuste del cabezal permite una optimización de resultados obtenidos.
- Entre otras labores que se pueden realizar con el tractor agrícola en galpones de aves, podemos mencionar los trabajos con pala cargadora para recoger el estiércol o con un remolque pequeño para poder transportarlo.

#### 4.1.3 Tercer caso: Labores realizadas con tractores de alto despeje

En el valle de Cañete se encuentra la empresa Agrofloral, que se dedica a la producción de bulbos de flores llamadas Amaryllis. Estos bulbos necesitan de un tratamiento muy especial para que puedan desarrollarse y entre esas consideraciones se encuentran los trabajos de pulverización. En su estado más desarrollado sus hojas pueden tener una altura de 90 centímetros desde el suelo, es por ello que la elección del tractor (y de su pulverizadora) debe ser muy bien analizado, pues un tractor estándar dañaría las hojas de los bulbos tanto con las llantas como con el chasis.

Es por ello que se le indicó al cliente que el equipo ideal para realizar labores con ese cultivo en particular era un tractor de alto despeje (65 centímetros), considerando también que este tipo de tractor tiene llantas especiales, muy angostas, que ayudan a disminuir la compactación del suelo, lo que permitirá el óptimo desarrollo de los bulbos.

Respecto al trabajo de pulverización, este cultivo requiere que la aplicación del producto se realice a velocidades ultra lentas (menos de 0.7 km/h) para que pueda mojar la mayor cantidad de hojas y evitar cualquier tipo de proliferación de plagas.

Tomando en cuenta esta necesidad, se le instaló al tractor un creeper (reductor de velocidad) el cual permite que se puedan obtener marchas mínimas de 0.1 km/h, más que suficiente para cumplir con los requerimientos del cliente.

Aunque este tractor no fue diseñado para realizar trabajos con grada o arado, el cliente decidió utilizarlo en alguno de sus campos para esas labores y obtuvo resultados positivos.



Figura 4: Tractor John Deere de alto despeje operando implementos en campos de Amaryllis en Cañete.

#### 4.1.4 Cuarto caso: Trabajos de tractores en tracción simple y tracción asistida



Figura 5: Tractores John Deere modelo 6403 en sus versiones de tracción simple y tracción asistida

La variedad de labores que puede realizar el tractor agrícola en el campo de la ganadería es muy amplia. En nuestra experiencia hemos asesorado a clientes con amplia experiencia en el rubro pero que muchas veces, por una mala orientación, terminaron comprando equipos que no eran los adecuados para sus necesidades.

En la imagen podemos ver el caso de un cliente ganadero de la zona de Cañete que a lo largo de los años trabajó con tractores de tracción simple, y cuando nos contactó nos comentó que deseaba un tractor igual al que había comprado 4 años atrás. Sin embargo, entre las dificultades que había tenido a lo largo del tiempo, indicaba que la altura máxima de su pala no era la deseada y que se le complicaba abastecer su mixer.

Se le recomendó adquirir un tractor del mismo modelo y potencia pero que esta vez sea de doble tracción, ya que gracias a ello la altura máxima de su pala será mayor, eliminando así tiempos muertos, reduciendo el número de maniobras para abastecer el mixer, menor pérdida de alimento por cada pasada, entre otras ventajas.

Sólo mencionando esos puntos podemos notar la gran cantidad de beneficios que le significó al cliente una asesoría oportuna. Considerando que, para este caso en particular, el cliente tenía las posibilidades económicas de cubrir la diferencia entre un tractor de tracción simple contra uno de doble tracción y que además ya contaba con equipos de tracción simple en su negocio y ninguno de doble tracción.

Por otro lado, en el valle de Cañete es muy recurrente realizar trabajos de picado de forraje para alimentación de ganado. Los agricultores y ganaderos afirman que, según su experiencia, los tractores de tracción simple son más convenientes para las labores con cosechadores de forraje. Señalan que esto se debe en gran medida a que los giros en las cabeceras son más cortos, lo que permite un mayor aprovechamiento del área de trabajo.

Por otro lado, disminuyen la compactación del suelo pues la distribución de pesos es un equipo de tracción simple es menor en las llantas delanteras (30% - 70%) en comparación con los tractores de tracción asistida (40% - 60%).

Hoy en día es cada vez menos frecuente ver trabajar tractores de tracción simple a lo largo del territorio nacional. Los agricultores mencionan que la causa principal es que estos tractores presentan problemas de patinamiento debido a que estas unidades poseen tracción únicamente en el eje posterior, reservando la función directriz al eje delantero y el tipo de suelo que se encuentra en los campos de la costa, sierra y selva presentan problemas de compactación, salinización, mal drenaje o erosión, lo que dificulta aún más el trabajo óptimo de un tractor de tracción simple.

Sin embargo, los valles irrigados, como Cañete, presentan tierras aptas para la agricultura arable e intensiva debido a las condiciones físicas del suelo, hídricas y climáticas muy apropiadas para la explotación agrícola y sin mayores limitaciones.

Por lo mencionado anteriormente es que podemos ver en Cañete tractores de 90 HP de potencia con tracción simple operando un arado de 4 discos sin ningún problema. La preparación de terreno en el valle con este tipo de tractores es muy común pues las condiciones del suelo así lo permiten sin sufrir pérdidas de potencia por patinamiento o rodadura.



Figura 6: Tractor John Deere de 92 HP tracción simple operando arado de 4 discos.



#### 4.1.5 Quinto caso: Importancia de un lastrado adecuado para labores de compactación



Figura 7: Operaciones de tractor agrícola en compactación de silos.

Otro caso de uso del tractor agrícola en ganadería es cuando se emplean en apisonamiento de forraje para uso en silo. El propósito de esta labor es eliminar la mayor cantidad de oxígeno que se encuentra en el forraje picado y que servirá de alimento para el ganado.

Entre las recomendaciones que le dimos al cliente para que elija el equipo correcto podemos mencionar las siguientes:

- Se recomendó que elija un tractor con potencia mayor a los 90 hp, esto debido a que el peso de tractores con menor potencia no será el adecuado para un apisonamiento óptimo en el silo.
- Otro aspecto relacionado con la potencia del tractor es que esto también influye en el tamaño de sus llantas. Así un tractor de 100 hp tendrá llantas más anchas en comparación de uno de 80 hp, lo que permitirá que el área de contacto entre la llanta y la superficie sea mayor. Esto debe tenerse muy en cuenta cuando se realizan trabajos con silo.
- También se hizo hincapié en el tema del embrague del tractor. Al ser un trabajo que requiere un constante cambio de marcha y de dirección, el operador estará accionando el embrague casi todo el tiempo y en consecuencia el desgaste del mismo será mayor que realizando otras labores. En este caso la recomendación fue que el ganadero opté por un tractor que tenga embrague húmedo, pues la duración de éste es hasta 5 veces mayor en comparación de un embrague seco o ceramético.

En el caso mostrado es de mucha importancia realizar un lastrado sólido y líquido adecuado. El lastre sólido permitió aumentar el peso del tractor, lo que es fundamental para trabajos de compactación de silos.

El lastre líquido correcto ayudó a que el contacto rueda – suelo sea óptimo, pues al tener mayor presión interna la distribución de fuerzas que la rueda transmitió al suelo fue mayor y ello implicó que el área de contacto tenga mayor compactación, que finalmente es lo que se busca en trabajos de compactación de silos.

La correcta elección de neumáticos también es de suma importancia para estas labores, básicamente porque si elegimos llantas más anchas (siempre que sean compatibles con el tractor) aumentará el área de contacto y, gracias al lastre líquido, la presión sobre dicha área será mayor y beneficiará nuestro trabajo de ensilaje.

Generalmente, los tractores presentan dos o tres configuraciones de llantas disponibles que se enfocan en neumáticos más delgados para trabajos de cultivo y mantenimiento de terreno, neumáticos más anchos para realizar labores que demanden mayor tracción y, por ende, mayor área de contacto.

En ocasiones particulares se tiene la opción de configurar el tractor con llantas especiales, que sirve para realizar labores específicas como fumigación en cultivos altos o para operaciones en campos de golf donde se debe evitar el uso de llantas agrícolas.



Figura 8: Tractor agrícola mostrando un adecuado lastre sólido.

#### 4.1.6 Sexto caso: Elección de neumáticos en campos con características particulares



Figura 9: Tractor John Deere modelo 5075E con diferente tipo de neumáticos.

Un mismo modelo de tractor puede tener distintas configuraciones como puede ser un tipo de embrague húmedo o seco, caja de cambios con inversor de marcha incluido o mayor cantidad de válvulas de control de flujo hidráulico. Sin embargo, el criterio para la correcta elección de neumáticos es fundamental para que el trabajo que realice el equipo sea óptimo y no perjudique los campos del cliente.

Se tiene el ejemplo de un cliente que compró un tractor agrícola para trabajar con una arenadora en canchas de golf. Debido al cuidado especial que tienen dichos campos, los neumáticos agrícolas convencionales dañaban tremendamente el terreno y, a pesar de que el tractor cumplía con las especificaciones técnicas requeridas para operar con la arenadora, el trabajo no iba a poder realizarse por no contar con las llantas adecuadas para dicha labor.

Como el tipo de llanta requerida (tipo turf) no se logra conseguir con facilidad en el mercado local, se le tuvo que plantear al cliente la opción de reencauchar los neumáticos agrícolas o se debía importar las llantas turf, lo que implicaba que el cliente debía esperar aproximadamente dos meses para poder poner en marcha los equipos.

La decisión del cliente no fue muy difícil de tomar, pues tenía muy claro que al reencauchar neumáticos agrícolas estaba corriendo el riesgo de tener problemas en el corto y mediano plazo, como podría ser un desgaste rápido y excesivo de las llantas, problemas de patinamiento y estabilidad del tractor, aumento del consumo de combustible, entre otros. Es por ello que se optó por importar los neumáticos tipo turf y, aunque tuvo que retrasar un tiempo el inicio de sus labores, los resultados finales fueron los esperados por el cliente.

#### **4.1.7 Séptimo caso: Implementación del plan de mantenimiento del tractor agrícola**

El correcto mantenimiento del tractor nos evita pérdidas de tiempo y dinero por roturas evitables, permitiendo además aprovechar al máximo la potencia y prestaciones con las que cuenta. Por ello, darle un mantenimiento adecuado al tractor de forma periódica es una tarea que el agricultor debe dejar de lado, pues obtener el mejor desempeño del equipo es necesario para una mayor producción y mejores resultados económicos.

Generalmente, el primer mantenimiento preventivo se realiza a las 100 horas de trabajo y, a partir de ese momento, se suelen realizar mantenimientos periódicos cada 200 o 300 horas de trabajo (dependiendo de la marca del equipo y las recomendaciones del fabricante).

El caso mostrado explica el plan de mantenimiento preventivo de se le sugirió seguir al agricultor luego de que este adquiriera un tractor nuevo de 106 hp en la marca John Deere.

##### Evaluación y cambio de aceite:

Cuando se trata de tractores nuevos se puede trabajar hasta 100 horas antes de tener que cambiar el aceite. A partir de ese punto, el cambio se da cada 300 horas (es decir a las 400, 700, 1000, etc.). Sin embargo, independientemente de las horas de trabajo, siempre se debe cambiar la mayoría de fluidos y filtros por lo menos una vez al año (con la excepción del líquido refrigerante).

Calentar el motor y accionar el sistema hidráulico brevemente para estimular el drenaje. Colocar debajo del tractor un recipiente lo suficientemente grande como para recibir todo el aceite del motor.

Verificar la pureza del aceite y que no se encuentre contaminado por agua u otras sustancias como diésel. De igual forma, examinarlo con cuidado en busca de fragmentos de metal. De encontrarlos, aquello podría indicar un uso excesivo de las piezas móviles del motor, lo cual implica posibles fallas. Si el aceite y los filtros hidráulicos se encuentran en depósitos, removerlos e intentar iluminarlos de forma segura a fin de detectar las pequeñas limaduras de metal.

Considerar posibilidades como un escaneo de aceite o un programa de muestras para darle una revisión periódica a la calidad del fluido y anticipar cualquier problema. De no saber dónde encontrar este tipo de inspecciones, el proveedor o mecánico pueden indicar un buen lugar para obtener aquel servicio.

Es esta revisión la que puede determinar el tipo de fragmentos de metal que aparecen en el aceite del tractor y encontrar el posible origen del problema. Al llevar a cabo el mantenimiento de un tractor, siempre es una buena idea sacar una muestra de aceite y hacerla examinar. Aquellas pruebas no son muy caras y permiten identificar cualquier contaminante. Al momento de cambiar el aceite, siempre se debe reemplazar los filtros del sistema a intervenir.

### Cambio de filtros:

Está comprobado que el mantenimiento preventivo del tractor agrícola mejora su potencia considerablemente y el cambio de los filtros de aire y de combustible es una parte importante del proceso.

Siguiendo siempre el manual de instrucciones del equipo, abrir, vaciar y limpiar el contenedor de aceite debajo del filtro y luego rellenarlo. Este también es momento de limpiar y reemplazar los posibles prefiltros de la máquina.

Por otra parte, al momento de cambiar el filtro de combustible, empezar bloqueando o cerrando la línea de combustible. Permanecer listo para recibir de esta los residuos de combustible que se dirijan o provengan del filtro. Por último, no olvidar conectar nuevamente la línea de combustible antes de reabrir el tanque.

### Revisión del refrigerante:

Ya sea que se tenga un tractor que no recibe un uso muy intenso o si se trabaja mucho con él, se debe cambiar el refrigerante al menos una vez al año. Asimismo, cualquiera sea el caso, es muy recomendable hacer una evaluación estacional de los refrigerantes basados en agua con un hidrómetro.

Para ello, se debe esperar a que el motor del tractor se enfríe. Luego, revisar el interior del filtro y buscar cualquier tipo de desechos que hagan necesario limpiar todo el sistema. Si no se encuentra impurezas, insertar la boquilla del hidrómetro, apretar la pera de goma y soltarla para obtener la medición.

### Revisión de la batería:

Ya sea que el tractor no tenga un uso regular o trabaje todos los días, es importante darle mantenimiento a la batería del equipo por lo menos dos veces al año. De lo contrario, se empezará a notar problemas en el desempeño del vehículo. Empezar inspeccionando y limpiando los terminales, luego medir los niveles de voltaje. Si los niveles de carga son bajos, reemplazar la batería.

Luego de cada venta de tractor se le brinda al agricultor una cartilla de mantenimientos preventivos (ver Tabla 5) del equipo para que pueda considerar los costos que le implicará optimizar su máquina y, además, pueda tener una idea clara del intervalo entre mantenimientos que debe seguir.

Tabla 1: Cartilla de mantenimiento preventivo para un tractor agrícola John Deere de 106 hp

CARTILLA DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA AGRÍCOLA

TRACTOR AGRÍCOLA 6110D

Descripción del artículo	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS										CANTIDAD TOTAL	PRECIO TOTAL		
	100	400	700	1000	1300	1600	1900	UNIDAD	PRECIO	UNIDAD			PRECIO	
Filtro de Aceite Motor	1	19,37	1	19,37	1	19,37	1	19,37	1	19,37	1	19,37	7	135,59
Cartucho de filtro separador de agua	1	51,76	1	51,76	1	51,76	1	51,76	1	51,76	1	51,76	7	362,32
Cartucho de filtro de combustible	1	36,08	1	36,08	1	36,08	1	36,08	1	36,08	1	36,08	7	252,56
Filtro de aire primario					1	100,33							1	100,33
Filtro de aire secundario					1	56,25							1	56,25
Filtro hidráulico	1	163,57			1	163,57							1	163,57
Cool-Gard II Pre-mix - 2,5 GL					2	129,32							2	129,32
Aceite Plus 50 II 15W40 - 5 GL	1	78,37	1	78,37	1	78,37	1	78,37	1	78,37	1	78,37	7	548,59
Aceite Hy-Gard - 5 GL	1	78,21			1	78,21	3	234,63			1	78,21	6	469,26
Aceite de Engranajes GL-5 80W90 - 5 GL	1	75,84			1	75,84					1	75,84	4	303,36
Junta de tapa de balancines											1	22,05	1	22,05
Termostato											1	20,01	1	20,01
Junta de termostato											1	2,73	1	2,73
Junta de admisión											2	10,82	2	10,82
<b>TOTALES REPUUESTOS</b>		503,20		185,58		503,20		185,58		945,52		185,58		3067,47
<b>GASTOS DE VIAJE</b>		80,00		80,00		80,00		80,00		80,00		80,00		560,00
<b>SERVICIO MANTENIMIENTO</b>		70,00		70,00		70,00		70,00		70,00		70,00		490,00
<b>SUB TOTALES</b>		653,20		335,58		653,20		335,58		1095,52		335,58		4117,47
<b>IGV (18%)</b>		117,58		60,40		117,58		60,40		197,19		60,40		741,14
<b>TOTAL FINAL</b>		770,78		395,98		770,78		395,98		1292,71		395,98		836,40
														4858,61

Para todos los casos mencionados fue de suma importancia que el agricultor se informará con las características técnicas de los equipos, pues para cada tipo de explotación agrícola los requerimientos y necesidades son muy distintas.

Es así que muchas veces un agricultor puede necesitar un tractor de determinada potencia; sin embargo, dicho tractor podría no cumplir con todos los aspectos técnicos para operar cierto tipo de apero como podría ser una capacidad de levante insuficiente, un número de marchas muy corto o una capacidad de flujo hidráulico en las válvulas de control selectivo que no es la adecuada para el implemento a operar.

Por lo mencionado anteriormente, las distintas marcas de maquinaria agrícola elaboran un catálogo de especificaciones técnicas que debe incluir a detalle todos los datos que el usuario podría necesitar al momento de tomar la decisión y el elegir el tractor adecuado para sus labores.

Dentro de los datos brindados en los catálogos de especificaciones técnicas se debería encontrar la siguiente información:

Motor: Marca, modelo, potencia, régimen nominal, desplazamiento, aspiración, torque, cantidad de cilindros, diámetro y carrera, sistema de refrigeración, relación de compresión.

Transmisión: Tipo, número de marchas, tipo de embrague, accionamiento, traba diferencial.

Toma de fuerza: Tipo, accionamiento, régimen nominal de la TDF.

Sistema hidráulico: Tipo, bomba, caudal máximo, presión máxima.

Levante hidráulico de 3 puntos: Categoría, accionamiento, capacidad de levante.

Sistema eléctrico: Tensión, baterías, alternador, corriente de arranque en frío.

Capacidades: Tanque de combustible, cárter, mandos finales, sistema de enfriamiento.

Rodados: Delanteros, posteriores, opcionales.

Dimensiones y pesos: Distancia entre ejes, ancho de trocha, peso promedio de embarque, despeje en el eje delantero, altura máxima, largo máximo.

A continuación se muestra un ejemplo de catálogo de especificaciones técnicas de la serie de tractores agrícolas 6E de la marca John Deere.

# Serie 6E

TRACTORES JOHN DEERE



Figura 10: Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere. Fuente: [www.deere.com](http://www.deere.com)





## NUEVA SERIE 6E VERSÁTIL, CONFIABLE Y ECONÓMICA

### DISEÑO INNOVADOR DEL COFRE

- Los tractores 6E cuentan con un nuevo y moderno diseño de cofre.
- Fabricado de lámina de acero que garantiza durabilidad.
- Integra las luces frontales en una posición superior para brindar mayor iluminación.
- Biseles de luces frontales cromados
- Rejillas laterales que permiten enfriar el motor rápidamente.



### LUCES LED

Opción de luces LED que aumentan la visibilidad, la productividad y el confort permitiendo extender la jornada de trabajo durante la noche.

### ESTACIÓN DEL OPERADOR

Puede elegir entre estación abierta o cabina, ambas versiones fueron diseñadas para brindar confort, espacio y mayor visibilidad permitiendo tener un buen desempeño aun en las labores de mayor precisión.

Los controles son de fácil acceso, están ubicados al alcance de la mano transformando la operación de estos tractores en una tarea intuitiva, simple y productiva. Las palancas de las VCS se diferencian por colores que coinciden con los colores de las lapas de las valvulas en el exterior, facilitando así su identificación.

Incluye asiento para el instructor con cinturón de seguridad que brinda la opción de entrenar a un operador en campo de manera comfortable.

### TRANSMISIONES

La Serie de Tractores 6E ofrece 3 opciones de transmisión que responden a las necesidades de nuestros clientes.

El PowrReverser™ es ideal para trabajar en áreas angostas como establos y corrales de engorde, lugares en donde es fundamental cambiar entre dirección frontal y reversa.

La transmisión 40k 24x12 PowrReverser™ Plus facilita el movimiento de campo a campo.

Cuando se operan implementos en la preparación del suelo, como rastras o arados, es de gran utilidad el espaciamiento entre velocidades que ofrece la transmisión 24F/12R, además de la función (Hi-Low) de rango alto y bajo que es utilizada para ajustar la velocidad sin necesidad de usar el embregue, incrementando la productividad.



Figura 11: Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere. Fuente: www.deere.com



### SISTEMA HIDRÁULICO

La Serie de Tractores 6E ofrece como prestación estándar 2 válvulas de control selectivo (VCS) y una tercera de lujo como opcional con control de flujo.

- Cada VCS ofrece 4 posiciones - neutral, extender, retraer y flotar.
- El diseño apilable de las VCS permite agregar la tercera de manera sencilla.

### MANTENIMIENTO SENCILLO

El sistema de enfriamiento deslizante permite realizar la limpieza del radiador de manera sencilla sin utilizar herramientas, reduciendo el tiempo de mantenimiento y extendiendo la vida útil del tractor.



### FÁCIL DE OPERAR

La doble tracción se conecta más fácilmente gracias al interruptor localizado en la consola derecha.

- La doble tracción ahora ofrece 3 distintas opciones:
- Asistente de freno: engrana la doble tracción cuando se pisan ambos pedales de freno.
  - Siempre conectada: en esta posición la doble tracción se encuentra conectada de forma permanente.
  - Auto: en esta posición la doble tracción se desconecta automáticamente cuando se pisa el pedal de freno o la velocidad sobrepasa los 14 km/h (8.6 mph) y se reconecta automáticamente al dejar de pisar el freno o cuando la velocidad cae por debajo de 14 km/h (8.6 mph).

Los Tractores Serie 6E proporcionan una Toma de Fuerza de 540/1000 rpm independiente y reversible.

Ahora es posible elegir entre barras o cadenas estabilizadoras, dependiendo de su preferencia.



### MAYOR PRODUCTIVIDAD

El tanque de combustible de 230 L incrementa la autonomía en el campo y permite al operador completar hasta 11 horas de trabajo en el campo sin necesidad de parar por más combustible.

Todas las cabinas del 6E cuentan con AutoTrac™ Ready, permitiendo instalar los componentes del AutoTrac™ Universal fácilmente. Asimismo, estos tractores pueden ser ordenados con opciones de AutoTrac™ Universal de fábrica.

- Beneficios del AutoTrac™ Universal:
- Reducción de costos.
  - Más productividad.
  - Incremento del confort del operador.



### COMPATIBILIDAD CON CARGADORES FRONTALES

Para seguir incrementando la versatilidad, la eficiencia y sus habilidades hidráulicas, los tractores 6E pueden ser ordenados con un joystick de dos funciones y válvula media, así como con techo con vista panorámica al cargador frontal e inversor a la izquierda del control de mando.

Figura 12: Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere. Fuente: [www.deere.com](http://www.deere.com)

# Serie 6E

## TRACTORES JOHN DEERE



POTENCIA	6100E	6115E	6125E	6130E
Potencia nominal del motor (HP/ISO) por norma 97/68/EC a 2000 rpm del motor*	97 hp (72 kW)	118.4 hp (87 kW)	123 hp (90 kW)	129.8 hp (96 kW)
Torque máximo del motor N-m	415 Nm	444 Nm	476 Nm	525 Nm
Reserva de torque del motor	25%	23%	17%	15%

MOTOR	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Descripción	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Cilindros	4	4	4	4
Nivel de Tier EPA	Tier 3	Tier 0	Tier 3	Tier 0
Regimen nominal	2100 rpm	2100 rpm	2100 rpm	2100 rpm
Aspiración	Turbo-alimentado con interenfriador	Turbo-alimentado con interenfriador	Turbo-alimentado con interenfriador	Turboalimentado con interenfriador
Tipo de filtro de aire	Dual Core air filter	Dual Core air filter	Dual Core air filter	Dual Core air filter
Cilindrada	4.5L (1276 cc. in.)	4.5L (1276 cc. in.)	4.5L (1276 cc. in.)	4.5L (1276 cc. in.)
Diámetro del pistón	106mm (4.19 in)	106mm (4.19 in)	106mm (4.19 in)	106mm (4.19 in)
Carrera	127mm (5.0 in)	127mm (5.0 in)	127mm (5.0 in)	127mm (5.0 in)
Relación de compresión	17.0 : 1	17.0 : 1	17.0 : 1	17.0 : 1

SISTEMA DE COMBUSTIBLE	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Descripción	Bomba rotativa, Mecánico	Bomba rotativa, Mecánico	Bomba rotativa, Mecánico	Bomba rotativa, Mecánico
Sistema de filtración	Doble filtro de 10 micrones con separador de agua	Doble filtro de 10 micrones con separador de agua	Doble filtro de 10 micrones con separador de agua	Doble filtro de 10 micrones con separador de agua
Capacidad del depósito de combustible	156 L / 230 L (opcional)	156 L / 230 L (opcional)	156 L / 230 L (opcional)	156 L / 230 L (opcional)

TRANSMISIONES	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Tipo y velocidades	Opción 1: 12A / 4R SyncShuttle Plus Opción 2: 12A / 12R PowrReverser Plus Opción 3: 24A / 12R PowrReverser Plus Opción 4: 24A / 12R PowrReverser Plus, 30 km/h Opción 5: 24A / 12R PowrReverser Plus, 40 km/h	Opción 1: 12A / 4R SyncShuttle Plus Opción 2: 12A / 12R PowrReverser Plus Opción 3: 24A / 12R PowrReverser Plus Opción 4: 24A / 12R PowrReverser Plus, 30 km/h Opción 5: 24A / 12R PowrReverser Plus, 40 km/h	Opción 1: 12A / 4R SyncShuttle Plus Opción 2: 12A / 12R PowrReverser Plus Opción 3: 24A / 12R PowrReverser Plus Opción 4: 24A / 12R PowrReverser Plus, 30 km/h Opción 5: 24A / 12R PowrReverser Plus, 40 km/h	Opción 1: 12A / 4R SyncShuttle Plus Opción 2: 12A / 12R PowrReverser Plus Opción 3: 24A / 12R PowrReverser Plus Opción 4: 24A / 12R PowrReverser Plus, 30 km/h Opción 5: 24A / 12R PowrReverser Plus, 40 km/h
Tipo de embrague	Húmedo	Húmedo	Húmedo	Húmedo

SISTEMA ELÉCTRICO	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Alterador	90 A	90 A	90 A	90 A
Batería	12 V	12 V	12 V	12 V
Total de amperes de arranque en frío	550 CCA (Mecánico); 505 CCA (E-sports markets)	550 CCA (Mecánico); 505 CCA (E-sports markets)	550 CCA (Mecánico); 505 CCA (E-sports markets)	550 CCA (Mecánico); 505 CCA (E-sports markets)

MANDO FINAL	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Descripción	Mando final de planetario interior	Mando final de planetario interior	Mando final de planetario interior	Mando final de planetario interior
Tipo	Eje trasero tipo brida	Eje trasero tipo brida	Eje trasero tipo brida	Eje trasero tipo brida
Frenos, tipo y control	Discos en baño de aceite, accionamiento mecánico	Discos en baño de aceite, accionamiento mecánico	Discos en baño de aceite, accionamiento mecánico	Discos en baño de aceite, accionamiento mecánico

A13HA0220  
\*Las potencias 97/68/EC se refieren al promedio neto (50% MOE) de potencia de freno medidas y corregidas de acuerdo con las condiciones ambientales establecidas por la directiva de emisiones EC. Es equivalente al Standard Deere RES10080 interno, y a los estándares SAE J1363 y J1995.

EJE DELANTERO	6100E	6115E	6125E	6130E
Tipo	Simple (2WD) y Double Tracción (MFWD)	Simple (2WD) y Double Tracción (MFWD)	Simple (2WD) y Double Tracción (MFWD)	Simple (2WD) y Double Tracción (MFWD)
TRABA DE DIFERENCIAL TRASERO	Accionamiento mecánico por pedal	Accionamiento mecánico por pedal	Accionamiento mecánico por pedal	Accionamiento mecánico por pedal
DIRECCIÓN	Hidrostática asistida	Hidrostática asistida	Hidrostática asistida	Hidrostática asistida

SISTEMA HIDRÁULICO	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Descripción	Bomba de engranajes, sistema hidráulico centro abierto	Bomba de engranajes, sistema hidráulico centro abierto	Bomba de engranajes, sistema hidráulico centro abierto	Bomba de engranajes, sistema hidráulico centro abierto
Válvulas de control selectivo (VCS)	2 VCS estándar y 1 de lujo opcional	2 VCS estándar y 1 de lujo opcional	2 VCS estándar y 1 de lujo opcional	2 VCS estándar y 1 de lujo opcional
Bomba desplazamiento nominal del motor	36.5 cc	36.5 cc	36.5 cc	36.5 cc
Flujo nominal a velocidad máxima	72.3 L/min (19.1 gpm)	72.3 L/min (19.1 gpm)	72.3 L/min (19.1 gpm)	72.3 L/min (19.1 gpm)
Presión máxima	8500 kPa (128.30 Psi)	8500 kPa (128.30 Psi)	8500 kPa (128.30 Psi)	8500 kPa (128.30 Psi)
Flujo disponible en un VCS trasera	80 L/min (21.3 gpm)	80 L/min (21.3 gpm)	80 L/min (21.3 gpm)	80 L/min (21.3 gpm)
Control de VCS joystick	Opcional, incluye válvula intermedia	Opcional, incluye válvula intermedia	Opcional, incluye válvula intermedia	Opcional, incluye válvula intermedia
Capacidad de toma de aceite	22 L (5.8 US gal)	22 L (5.8 US gal)	22 L (5.8 US gal)	22 L (5.8 US gal)

ENGANCHE TRASERO	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Descripción	Enganche trasero de 3 puntos con 2 cilindros hidráulicos exteriores de 80 mm de servicio pesado	Enganche trasero de 3 puntos con 2 cilindros hidráulicos exteriores de 80 mm de servicio pesado	Enganche trasero de 3 puntos con 2 cilindros hidráulicos exteriores de 80 mm de servicio pesado	Enganche trasero de 3 puntos con 2 cilindros hidráulicos exteriores de 80 mm de servicio pesado
Tipo de sensibilidad de tiro del enganche	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Enganche (denominación SAE)	Categoría 2	Categoría 2	Categoría 2	Categoría 2
Máxima capacidad de brante al punto de enganche	3702 kg (8161 lb)	3702 kg (8161 lb)	3702 kg (8161 lb)	3702 kg (8161 lb)
Máxima capacidad de brante a 610 mm atrás del punto de enganche	3420 kg (7540 lb)	3420 kg (7540 lb)	3420 kg (7540 lb)	3420 kg (7540 lb)

BARRA DE TIRO	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Tipo	Categoría 2, con ajuste lateral y de longitud	Categoría 2, con ajuste lateral y de longitud	Categoría 2, con ajuste lateral y de longitud	Categoría 2, con ajuste lateral y de longitud
Máxima carga vertical	94.1 (250 kg) (755 lb); HD: 1900 kg (4189 lb)	94.1 (250 kg) (755 lb); HD: 1900 kg (4189 lb)	94.1 (250 kg) (755 lb); HD: 1900 kg (4189 lb)	94.1 (250 kg) (755 lb); HD: 1900 kg (4189 lb)
TOMA DE FUERZA (TDF)	Independiente con embrague húmedo, activación electrohidráulica con cubierta	Independiente con embrague húmedo, activación electrohidráulica con cubierta	Independiente con embrague húmedo, activación electrohidráulica con cubierta	Independiente con embrague húmedo, activación electrohidráulica con cubierta
Velocidad de TDF a velocidad nominal de motor	540/1000 rpm a 2100 rpm de motor, intercambiable	540/1000 rpm a 2100 rpm de motor, intercambiable	540/1000 rpm a 2100 rpm de motor, intercambiable	540/1000 rpm a 2100 rpm de motor, intercambiable

RODADOS	6100E	6115E	6125E	6130E
Rodados (Trasero/Delantero)	18.4-38 in. BPR RV/4.5-24 in. BPR R1 460/85R38 in. RT855 R1W/380/85R24 in. RT855 R1W 18.4-34 in. BPR RV/3.6-24 in. BPR F2 460/85R34 in. RT855 R1W/340/85R24 300/50R50 I/MAB R1W/320/85 R34 RT855 R1W	18.4-38 in. BPR RV/4.5-24 in. BPR R1 460/85R38 in. RT855 R1W/380/85R24 in. RT855 R1W 18.4-34 in. BPR RV/3.6-24 in. BPR F2 460/85R34 in. RT855 R1W/340/85R24 300/50R50 I/MAB R1W/320/85 R34 RT855 R1W	18.4-38 in. BPR RV/4.5-24 in. BPR R1 460/85R38 in. RT855 R1W/380/85R24 in. RT855 R1W 18.4-34 in. BPR RV/3.6-24 in. BPR F2 460/85R34 in. RT855 R1W/340/85R24 300/50R50 I/MAB R1W/320/85 R34 RT855 R1W	18.4-38 in. BPR RV/4.5-24 in. BPR R1 460/85R38 in. RT855 R1W/380/85R24 in. RT855 R1W 18.4-34 in. BPR RV/3.6-24 in. BPR F2 460/85R34 in. RT855 R1W/340/85R24 300/50R50 I/MAB R1W/320/85 R34 RT855 R1W
Rango de tracha de rodados	13.6 -24 - 34.0/85R24; 1516 mm - 2016 mm N.9-24 - 38.0/85R24; 1616 mm - 2016 mm	13.6 -24 - 34.0/85R24; 1516 mm - 2016 mm N.9-24 - 38.0/85R24; 1616 mm - 2016 mm	13.6 -24 - 34.0/85R24; 1516 mm - 2016 mm N.9-24 - 38.0/85R24; 1616 mm - 2016 mm	13.6 -24 - 34.0/85R24; 1516 mm - 2016 mm N.9-24 - 38.0/85R24; 1616 mm - 2016 mm

DIMENSIONES	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Distancia entre ejes	Simple (2WD): 2417 mm Doble (MFWD): 2420 mm	Simple (2WD): 2417 mm Doble (MFWD): 2420 mm	Simple (2WD): 2417 mm Doble (MFWD): 2420 mm	Simple (2WD): 2417 mm Doble (MFWD): 2420 mm
Longitud total	4608.4 mm	4608.4 mm	4608.4 mm	4608.4 mm
Despeje al suelo en la barra de tiro	467 mm con rodado 34 495 mm con rodado 38	467 mm con rodado 34 495 mm con rodado 38	467 mm con rodado 34 495 mm con rodado 38	467 mm con rodado 34 495 mm con rodado 38
Despeje al suelo en el centro del eje frontal	Simple (13): 397 mm Doble (DT): 457 mm	Simple (13): 397 mm Doble (DT): 457 mm	Simple (13): 397 mm Doble (DT): 457 mm	Simple (13): 397 mm Doble (DT): 457 mm

PESO	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Peso aproximado de empuje	Estación abierta (OOS) y tracción simple (2WD): 412 kg (908.5 lb) Estación abierta (OOS) y tracción doble (MFWD): 412 kg (908.5 lb) Cabinas y tracción simple (2WD): 4169 kg (9181 lb) 4.3% (9599 lb) Cabinas y tracción doble (MFWD): 4354 kg (9599 lb)	Estación abierta (OOS) y tracción simple (2WD): 412 kg (908.5 lb) Estación abierta (OOS) y tracción doble (MFWD): 412 kg (908.5 lb) Cabinas y tracción simple (2WD): 4169 kg (9181 lb) 4.3% (9599 lb) Cabinas y tracción doble (MFWD): 4354 kg (9599 lb)	Estación abierta (OOS) y tracción simple (2WD): 412 kg (908.5 lb) Estación abierta (OOS) y tracción doble (MFWD): 412 kg (908.5 lb) Cabinas y tracción simple (2WD): 4169 kg (9181 lb) 4.3% (9599 lb) Cabinas y tracción doble (MFWD): 4354 kg (9599 lb)	Estación abierta (OOS) y tracción simple (2WD): 412 kg (908.5 lb) Estación abierta (OOS) y tracción doble (MFWD): 412 kg (908.5 lb) Cabinas y tracción simple (2WD): 4169 kg (9181 lb) 4.3% (9599 lb) Cabinas y tracción doble (MFWD): 4354 kg (9599 lb)
Eje delantero (Cabeza y doble tracción)	35%	35%	35%	35%
Eje trasero (Cabeza y doble tracción)	64%	64%	64%	64%
Soporta de contrapesos delantero	76 kg	76 kg	76 kg	76 kg
Contrapesos delanteros	19 cantidad máxima	19 cantidad máxima	19 cantidad máxima	19 cantidad máxima
Contrapesos traseros	8 cantidad máxima	8 cantidad máxima	8 cantidad máxima	8 cantidad máxima
Contrapesaje máximo	1288	1288	1288	1288

CAPACIDAD DE FLUIDOS	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Aceite de motor	12 L (3 qt)	12 L (3 qt)	12 L (3 qt)	12 L (3 qt)
Sistema de enfriamiento	85.5 L (22.4 qt)	85.5 L (22.4 qt)	85.5 L (22.4 qt)	85.5 L (22.4 qt)
Sistema hidráulico y de la transmisión	59 L (15.3 gal)	59 L (15.3 gal)	59 L (15.3 gal)	59 L (15.3 gal)

CARGADORA FRONTAL	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Compatibilidad con cargadora frontal	JD 563 (capacidad de carga: 1500 kg)	JD 563 (capacidad de carga: 1500 kg)	JD 563 (capacidad de carga: 1500 kg)	JD 563 (capacidad de carga: 1500 kg)

AGRICULTURA DE PRECISIÓN	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E	John Deere 4045T PowerTech™ E	John Deere 4045H PowerTech™ E
Sistema de guiado	Opciones de guiado disponibles en tractors con cabina: Cabina (CAB), OOS = Estación abierta Opción 1: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 2: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 3: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display	Opciones de guiado disponibles en tractors con cabina: Cabina (CAB), OOS = Estación abierta Opción 1: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 2: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 3: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display	Opciones de guiado disponibles en tractors con cabina: Cabina (CAB), OOS = Estación abierta Opción 1: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 2: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 3: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display	Opciones de guiado disponibles en tractors con cabina: Cabina (CAB), OOS = Estación abierta Opción 1: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 2: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display Opción 3: AutoTrac Universal 300, SF6000 receiver with SF3, GS4, 4.240 Display

TS = Tracción Simple, DT = Doble Tracción, CAB = Cabina, OOS = Estación abierta  
Nota: Las ilustraciones muestran equipo que no necesariamente es parte de la maquinaria básica. Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Para mayores informes y disponibilidad favor de contactar a su distribuidor más cercano.  
JohnDeere.com/latin-america

Figura 13: Catálogo de especificaciones técnicas de la Serie E de la marca John Deere. Fuente: [www.deere.com](http://www.deere.com)

## **4.2 Análisis de la contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional**

La elección del tractor adecuado para el trabajo que debe realizar es el elemento clave tanto para optimizar el ahorro de combustible como para conseguir la mayor eficiencia global del tractor. Recordemos que el tractor con mayor potencia no tiene porqué ser el más adecuado para nuestras labores.

De acuerdo con los estudios realizados por el instituto para la diversificación y ahorro de la energía de España IDAE (2005) mencionan que el consumo de combustible supone entre el 17 y el 40 % del coste horario total de un tractor, lo que refleja la importancia de la eficiencia energética del mismo, de esta manera concluyen que el consumo registrado en una operación agrícola puede variar por encima de un 30% según se tengan en consideración o no, los siguientes aspectos de ahorro de combustible a conseguir: régimen del motor y relación de cambio (10-20%), adecuación y mantenimiento de los aperos (5-10%), neumáticos (5-10%), mantenimiento del motor (5-10%) y reducir el patinamiento mediante la utilización de lastres (5%).

El tractor está presente en la mayor parte de las explotaciones agrícolas, siendo una de las inversiones más importantes que realizan los agricultores, y posteriormente la máquina que generará más costos en la explotación. Para hacer una elección correcta, es preciso razonar de forma global las necesidades de la explotación, y qué tipo de trabajo es el que va a realizar.

Se debe considerar la relación peso/potencia, cilindrada, dimensiones, capacidades, prestaciones de la toma de fuerza y del sistema hidráulico, controles para determinados trabajos, etc. Además, se han de valorar factores comerciales y económicos: precio, relación con el concesionario, taller especializado de reparación de la marca, valoración del tractor usado, etc.

El agricultor debe ser un comprador profesional y no un consumidor de máquinas, por tanto deberá analizar, razonar y pedir consejo a asesores especializados antes de realizar la compra.

A continuación, se describe de forma sencilla algunos aspectos que pueden ayudar a los agricultores en la toma de decisión a la hora de comprar un tractor.

### 4.2.1 Según el tipo de tracción

Tractor de tracción simple: Estas unidades poseen tracción únicamente en el eje posterior, reservando la función directriz al eje delantero. El peso adherente sobre el tren motriz, que influye directamente en la capacidad de tracción es aproximadamente el 70% del peso total. Este tipo de tracción desarrolla en la barra de tiro aproximadamente el 60% de la potencia que posee en la toma de potencia.

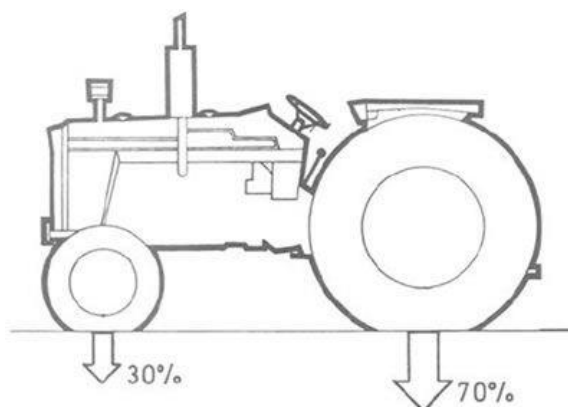


Figura 14: Distribución de pesos en un tractor agrícola de tracción simple. Fuente: Infoagro

Tractor de tracción asistida: Estas unidades poseen tracción en los dos ejes y la dirección en el delantero. Tiene ruedas con neumáticos de tracción, siendo las delanteras de menor diámetro que las traseras. El peso se reparte aproximadamente, un 40% sobre el eje anterior y 60% sobre el posterior. Esto hace que el peso total de la unidad se aproveche en la tracción.

Dada esta configuración entre la transmisión y el reparto de peso, el tren delantero asiste al tren trasero en la tracción, lo que permite desarrollar, en la barra de tiro entre el 65 y 69% de la potencia que posee la toma de potencia.

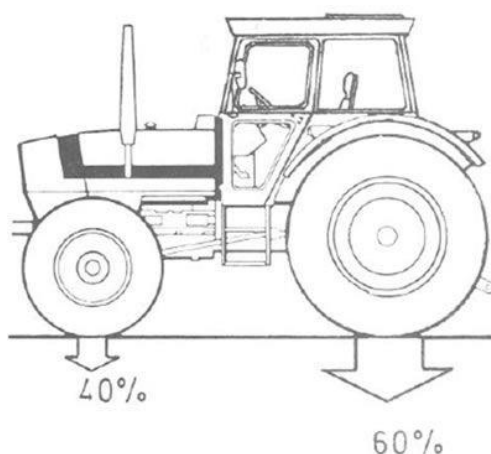


Figura 15: Distribución de pesos en un tractor agrícola de tracción asistida. Fuente: Infoagro

Tractor de doble tracción: Son unidades diseñadas para obtener una alta eficiencia tractiva. La misma es aproximadamente el 75% de la potencia que posee en la toma de potencia. Los cuatro neumáticos son del mismo diámetro.

El peso estático (parado) se reparte aproximadamente el 55% adelante y el resto sobre el eje trasero con lo que se logra emparejar el peso adherente sobre las cuatro ruedas al realizarse la tracción. En la mayoría de los modelos de esta configuración tractiva el mecanismo de la dirección se efectúa con la articulación del bastidor.

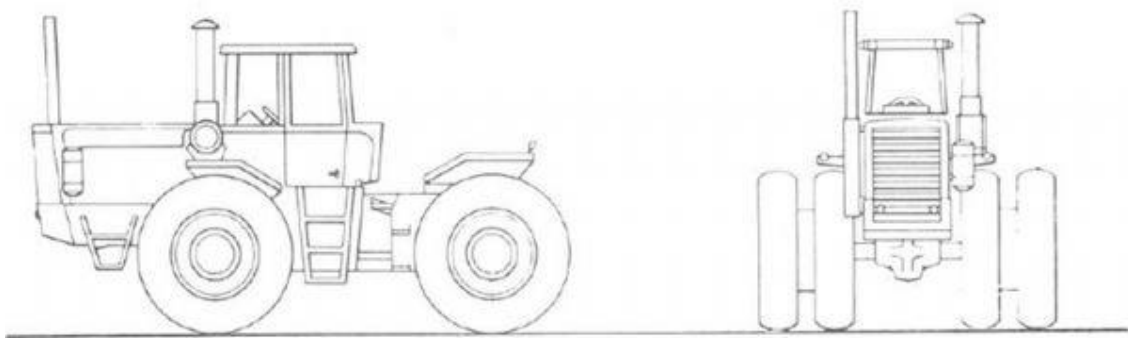


Figura 16: Tractor de doble tracción. Fuente: Infoagro

#### 4.2.2 Según los cultivos o labores agrícolas

Tractor de uso general: Su versatilidad hacen que constituyen las unidades más comunes y difundidas. Poseen todas las características standard, tales como: trocha variable de ambos ejes, contrapesos delanteros y traseros, etc. También las opcionales como caja de válvulas para cilindro de control remoto y enganche de tres puntos.



Figura 17: Tractor John Deere de 123 hp empleado para preparación de terrenos.

Tractor de cultivo en hileras: Son similares al tractor de uso general, que con la incorporación de rodados traseros angostos se adaptan para tareas de mantenimiento de los cultivos. Por lo general son unidades de relativamente baja potencia.

Dentro de esta categoría se encuentran los tractores triciclos, aunque han perdido vigencia. Esto se debe, por un lado, a que copian las irregularidades del terreno en mayor medida, que un tren delantero con trocha convencional. Por otro lado disminuye la base de sustentación aumentando la inestabilidad, especialmente en virajes cerrados.



Figura 18: Tractor John Deere de trocha angosta empleado en fundo de palto.

Tractor viñatero: Son unidades que oscilan entre 25 y 60 CV de potencia y están diseñados para realizar todas las labores en las viñas.

Los equipos se acoplan al tractor a través del enganche de tres puntos que es una característica standard en estos modelos. Poseen trochas fijas; perfil bajo, no llevan contrapesos; el ancho máximo oscila en 1,25m. y el caño de escape está orientado, generalmente, con salida posterior o inferior.

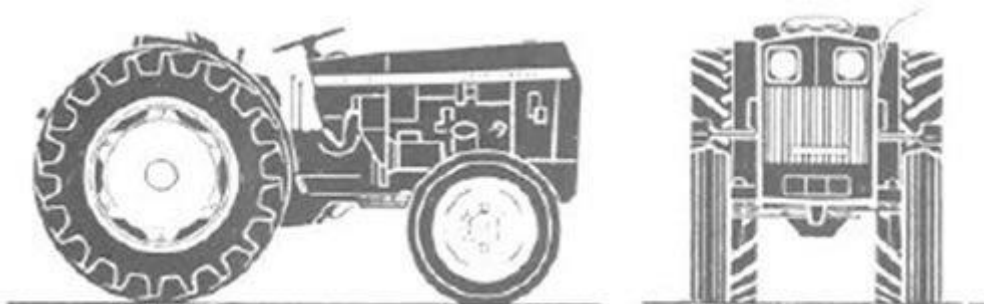


Figura 19: Tractor viñatero. Fuente: Infoagro

### **4.2.3 Adaptado a la explotación**

Se ha de tener muy en cuenta la diversidad de actividades y de máquinas que componen una explotación. Así, se debe de considerar:

- Actividad o actividades que se desarrollan (agrícola, ganadera, forestal, mixta).
- Tipo de cultivos que se realizan habitualmente: extensivos (cereales, quinua, leguminosas, maíz), intensivos (hortícolas, frutales, viña, invernaderos), ganadería extensiva o intensiva.
- Planificación del trabajo, teniendo en cuenta los días realmente disponibles, las horas de trabajo efectivas, mano de obra, etc.
- Objetivos y perspectivas marcados en la explotación: incremento de superficies, cambios de cultivos, sistemas de producción (ecológica, integrada, convencional), tipo de laboreo (no laboreo, laboreo superficial o profundo), realización de trabajos de maquinaria para terceros.
- Medios económicos y financieros que tiene la explotación para hacer frente a la inversión y a las nuevas cargas económicas que deberá soportar.

### **4.2.4 Respuesta del tractor a la demanda de los trabajos**

El tractor deberá poder realizar los trabajos que se le pidan en el campo. Normalmente los trabajos agrícolas que desarrolla el tractor son de cuatro tipos:

#### Trabajos de tracción pesados:

Para los trabajos de tracción es necesario un tractor pesado o bien lastrado, con el fin de aprovechar al máximo la potencia del mismo. Como es habitual, este tractor no estará siempre realizando laboreos profundos, y deberá realizar otros tipos de labores por lo que se ha de estudiar la compra de un tractor con un peso menor, que se pueda lastrar con placas metálicas o introduciendo agua en las cubiertas.

Los trabajos pesados más comunes son los realizados con el subsolador, vertedera. Normalmente, para este tipo de trabajos es necesaria la tracción a las cuatro ruedas. Es preciso fijarse también en el reparto del peso entre el eje delantero y trasero. En un tractor con tracción a las cuatro ruedas el reparto del peso está entre 30/70 ó 40/60.

El motor deberá tener un par elevado a bajo régimen, con buena reserva de par (desde las 1.400 a las 2.000-2.200 r/min), que permita superar esfuerzos complementarios.



Para los trabajos de tracción es muy importante tener una amplia gama de velocidades y bien equilibradas, sobre todo entre 3 y 14 km/h, de forma que permita un aumento progresivo de la velocidad, habiendo una diferencia máxima entre ellas del 14%. Los cambios automáticos de velocidades permiten una mejor utilización de la potencia.

Es importante disponer en el tractor de funciones específicas de tracción, que combinen de forma automática la doble tracción, el bloqueo del diferencial o velocidad de avance, o que permitan fijar o limitar el nivel de patinamiento.

Las transmisiones en los últimos años han evolucionado de forma considerable, teniendo una gran importancia en el mejor aprovechamiento de la potencia del motor y en el manejo del tractor.

La adherencia del tractor depende fundamentalmente del tipo de suelo, del peso y de los neumáticos. Para los tractores mayores de 150 hp se recomienda utilizar neumáticos de serie ancha. Estos aumentan la adherencia, limitan el patinamiento y reducen la compactación del suelo. La capacidad de levante es un elemento a considerar, sobre todo cuando van al alza aperos pesados.

Todas las marcas de tractores hoy en día están promulgando el sistema de regulación electrónico, ya que es más preciso, controla mejor el esfuerzo y el bloqueo en posición de transporte. El caudal de aceite para un funcionamiento adecuado, será elevado.

#### Trabajos de tracción ligeros:

Igual que para el caso de los trabajos de tracción pesados, el motor debe ofrecer un par elevado a bajo régimen de revoluciones por minuto. La caja de cambios debe tener una adecuada gama de velocidades, aunque en este caso a velocidades superiores, entre 10 y 25 km/h. Los trabajos de tracción ligeros más comunes son los realizados con el arado, la rastra o el cultivador.

En los trabajos ligeros con aperos o en aquellos destinados a la alimentación del ganado, se tendrá muy en cuenta la maniobrabilidad del tractor en cuanto a distancia entre ejes, radio de giro y puentes delanteros. Se ha de buscar una buena visibilidad, ergonomía y asiento adecuado para evitar las vibraciones.

### Trabajos con la toma de fuerza (TDF):

Los trabajos que normalmente se realizan con la toma de fuerza, pueden ser ligeros (pulverizador, abonadora, sembradora) o fuertes (rotavator, cosechadora de forraje, etc.), pero siempre se tendrá en cuenta que lo más adecuado es que el régimen de par máximo se encuentre próximo al régimen normalizado de la toma de fuerza. Esta característica nos dará calidad en el trabajo, debido a que el tractor soportará mejor los esfuerzos sin caída sensible de régimen (r/min).

La mayoría de los tractores modernos disponen de los dos regímenes normalizados en la toma de fuerza, 540 y 1.000 revoluciones por minuto. Los tractores disponen de posiciones de marcha, llamadas “toma de fuerza económica”, que permiten conseguir los regímenes normalizados al eje de la TDF (540 o 1000 r/min) a regímenes bajos del motor del tractor. Si la máquina que se ha de accionar con el tractor demanda poca potencia, ya sea a 540 o a 1000 r/min, se han de utilizar las posiciones de la toma de fuerza económica, consiguiéndose reducir los consumos de combustible.

La caja de cambios tiene que tener un buen escalonamiento y ser fácilmente utilizable. Para los trabajos en los que la velocidad sea inferior a 2 km/h (siembra, plantaciones) deberá tener velocidades ultracortas.

En condiciones secas del terreno, es necesario destacar la gran cantidad de polvo que producen algunas máquinas trabajando con la toma de fuerza, por tanto es recomendable que el tractor disponga de una buena capacidad de filtración del aire en la cabina y con los filtros más adecuados.

### Trabajos de transporte:

Para el transporte el motor debe ofrecer un par elevado desde las 1000 r/min. La caja de cambios tendrá una adecuada gama de velocidades comprendidas entre 15 y 40 km/h, con una correcta relación de velocidades.

Los enganches dispondrán de los elementos de seguridad adecuados y los frenos dependerán del tipo y carga del remolque.

En todos los trabajos y principalmente en el transporte, los neumáticos deben ser controlados y responder a las características de carga según la velocidad máxima de circulación en camino y carretera.

#### **4.2.5 Labores agrícolas mecanizadas**

Se refiere a todo proceso mecanizado que se tienen que llevar a cabo tanto al suelo como a la planta para poder obtener como resultado final la cosecha del grano del cultivo; estas son las siguientes:

##### Proceso de labranza:

Según (Manuel, 2007) se entiende por labranza a todas aquellas actividades que se llevan a cabo directamente al terreno con el propósito de adecuar el suelo para la siembra de las semillas (sexual o asexual), proporcionando las condiciones óptimas para su germinación, crecimiento, nutrición y producción.

La labranza o preparación del terreno es para los agricultores, como las bases de un edificio para un ingeniero civil. En la medida que las bases sean firmes y sólidas, serán capaces de sostener el edificio, así mismo para la agricultura una buena preparación del terreno ofrecerá buenos fundamentos para obtener una muy buena producción y productividad.

Son muchos los perjuicios que se pueden causar al suelo cuando se manejan de manera inadecuada, fenómenos como la compactación, pérdida de la estructura, pie de arado, erosión, entre otros, se pueden presentar cuando el agricultor no tiene en cuenta a la hora de labrar el suelo, factores como: el contenido de humedad en el suelo, textura del suelo, estructura, pendiente, cultivo, etc.

Los diferentes modelos, clases y prototipos de implementos diseñados para trabajar los suelos realizan distintas labores culturales de diversas maneras y aplicando diferentes métodos según la finalidad y necesidad de las plantas cultivadas, dando origen a las distintas clases de labranza y que enunciamos a continuación.

##### Labranza primaria:

Como su nombre lo indica es aquel sistema en que se realizan toda las labores primarias o iniciales en la preparación de un terreno, como son: el desmonte, el retiro de cepas, raíces, piedras de gran tamaño, troncos, aradas profundas, volteo del terreno, primeras rastrilladas y nivelación del terreno. Esta fase de la preparación del terreno es en la que se realizan las mayores labores sobre el suelo y tiene como fin, reducir la resistencia del suelo, retirar el material vegetal grande y redistribuir los agregados del suelo.

De acuerdo con cátedra de mecánica y maquinaria agrícola los implementos para este tipo de labranza son los siguientes:

- Arado de reja
- Arado de disco
- Arado rastra
- Rastra doble acción excéntrica
- Rastra doble acción desencontrada
- Arado cincel

#### Labranza Secundaria:

Son el conjunto de labores que se realizan con el propósito de perfeccionar el trabajo realizado en la labranza primaria, destruyendo los terrones grandes, pulir la capa superficial para lograr un adecuada nivelación de la superficie y refinar las condiciones del suelo antes de sembrar; estas actividades se realizan una vez se ha realizado la labranza primaria; la preparación de la cama dependerá del tamaño de la semillas, siendo más fina en las capas superiores para las semillas pequeñas y más gruesa y profunda para semillas grandes.

Los implementos que utilizan en labranza secundaria se clasifican en dos grupos de acuerdo con la forma en que desmenuzan los terrenos: los que rompen los terrones según sus ranuras naturales y el otro los que más bien corta los terrones no necesariamente siguiendo las ranuras naturales.

Los principales implementos que desagregan el suelo según las ranuras naturales son: Rastras de dientes, rastras niveladoras, cultivadoras de campo, rodillos de campo. Estos implementos rompen el suelo por impacto y presión, descomponiendo los terrones y agregados, descomponiéndolos según sus ranuras naturales, la intensidad del desmenuzado depende de la velocidad de avance del implemento.

Los implementos de labranza secundaria que cortan el suelo son las rastras de discos y las fresadoras; estos implementos no solo cortan los terrones, sino también los estolones de malezas.

Esto da lugar a una fuerte reproducción de este tipo de malas hierbas lo que va en detrimento del cultivo, por lo que en lo posible es preferible evitar el uso de este tipo de implementos y realizar más bien una muy buena labranza primaria.

### Labranza convencional:

La labranza convencional es el sistema que deja la superficie del suelo con muy pocos residuos de las plantas, frecuentemente se usa el arado seguido de una labranza secundaria con rastra o cultivadoras para remover el suelo. Es la combinación de las operaciones de labranza primaria y labranza secundaria, tendientes a preparar una adecuada cama para semillas para el establecimiento de un cultivo.

Las principales características de este sistema de labranza son:

- Busca adecuar el terreno para preparar una buena cama para las semillas a sembrar, con lo cual se está asegurando un alto porcentaje de germinación y el cultivo podrá tener un buen desarrollo.
- Proporciona al suelo una adecuada aireación y una muy buena infiltración especialmente en zonas secas
- Destruye las malezas y la entresaca del terreno preparado, reduciendo los requerimientos de fertilizantes.
- Facilita la siembra y de más labores mecánicas a practicar al cultivo.
- Permite controlar plagas y enfermedades por efectos mecánicos y por la exposición directa a los rayos solares, roedores y pájaros.

### Labranza Vertical:

Como su nombre lo indica, afloja el suelo sin invertirlo dejando en la superficie una cobertura protectora de los residuos del cultivo anterior.

Los implementos que se utilizan son brazos equipados con puntas, los cuales no causan compactación, es decir, no forman una capa impermeable en el suelo (pie de arado). Debido a que la labranza vertical no invierte el suelo, hay menos descomposición de la materia orgánica y menos pérdida de humedad, muy importante antes de la siembra.

La labranza vertical se adapta a un rango amplio de suelos, inclusive los que tienen problemas de drenaje susceptibles a compactación. La eficiencia operativa de la labranza vertical es alta comparada con la labranza convencional, debido a que los implementos que se utilizan como arados de cincele y cultivadores de campo trabajan a mayor velocidad y tienen mayor ancho de trabajo, preparan el suelo entre un 50% a un 80% de más área por día que la rastra de discos. El costo de adquirir y mantener estos implementos de labranza vertical es por lo menos un 25% menos que los de labranza convencional.

### Labranza Reducida:

Son los sistemas que en la primera labranza usan arado cincel o rastra, pero dejan por lo menos el 30% de la superficie del suelo cubierto con los residuos de las plantas o cosecha.

### Labranza mínima:

Es aquel sistema de labores que disminuye el número de pasadas de la maquinaria agrícola, se siembra en hileras el terreno arado sin labranza secundaria, a excepción de la línea en la cual se coloca la semilla (Proyecto Herrandina, 1993), por lo tanto, labranza mínima significa la mínima labranza necesaria para producir un cultivo, en consecuencia, mientras menos se labore el suelo con prácticas agrícolas satisfactorias será mejor. Las características de este tipo de labranza son:

- Por la reducción del laboreo las maquinas acortan sustancialmente su recorrido, por lo tanto, se requiere menos combustible, aceites y grasa.
- Por la reducción de los pases de maquinaria, el suelo no se compacta, manteniendo sus propiedades en forma óptima.
- Por la baja mecanización el suelo se mantiene cubierto de residuos de cosecha y coberturas verdes, evitando la erosión hídrica y eólica.
- Los costos de producción debido al uso de la maquinaria agrícola bajan significativamente.
- La adopción de un sistema de labranza que no invierte la tierra acrecienta las poblaciones de lombrices de tierra y depredadores benéficos.
- Los suelos que no se voltean retienen más nitratos, ofreciendo un ahorro potencial de fertilizantes nitrogenados.

### Labranza Cero o Siembra directa:

La siembra directa o cero labranzas, permite sembrar cualquier grano sin remover o labrar el suelo. En él se reemplazan implementos tradicionales de labranza como arados, rastras y cultivadoras de diversos tipos, por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces, dejando la semilla adecuadamente ubicada en el suelo.

La tecnología de las modernas sembradoras a chorrillo ha avanzado enormemente, que cortan el rastrojo y el suelo, colocando las semillas en el fondo y apisonándolas. Hay que tener en cuenta que algunos cultivos se adaptan a la labranza reducida más que otros y que ofrecen muchas oportunidades a la mayoría de las fincas.

Las sembradoras de labranza cero, están ayudando a solucionar muchos problemas de erosión hídrica del suelo, al dejar la superficie de este más cubierta de residuos de cosecha y herbáceas.

Para lograr éxito en el manejo de las cero labranzas es importante contar con las máquinas apropiadas:

- Cosechadoras de granos equipadas con picador y distribuidor de paja.
- Picadora de rastrojo, desbrozadora, corta malezas.
- Encaladora, abonadora.
- Renovador de praderas.
- Sembradora cero labranza.

Este método es el paso más importante en el proceso de reducir al máximo la mecanización agrícola, sus principales características son.

- El suelo conserva sus propiedades físicas debido a que no es removido.
- El control de malezas se hace aplicando herbicidas, lo cual impide el surgimiento de nuevas plantas indeseables.
- Reducción de la erosión hídrica y eólica al mantenerse el suelo siempre cubierto por la vegetación.
- Conservación de la humedad del suelo, ya que la capa de residuos sobre la superficie evita la evaporación y la incidencia directa de los rayos solares sobre el suelo.
- Reducción de la compactación del suelo por menos pase de maquinaria.
- Reducción de los costos de producción, por reducción en la operación de la maquinaria, y menores gastos de combustible.
- Incremento en el contenido de materia orgánica y de las lombrices de tierra.

Es de anotar que los sistemas de labranza cero no se adoptan a todos los tipos de suelo, y no es una opción fácil de adoptar. Menos labranza nos significa necesariamente menos manejo del cultivo. Con la labranza reducida se requiere de una mayor inspección de los cultivos, monitoreando los niveles de ataque de las malezas, el nivel de los nutrientes de los suelos, ya que existe una tendencia progresiva a una mayor acidez cuando no se invierte el suelo. La labranza reducida funciona mejor en los suelos bien drenados; es decir suelos de textura gruesa con buen drenaje interno (limo-arenosos); suelos con buen drenaje superficial; y aquellos que no poseen que limiten el movimiento del agua en las zonas de las raíces.

### Proceso de Surcado:

Consiste en realizar zanjas paralelas al suelo agrícola para que el agua de riego pueda circular a través de ellas, a este proceso se le denomina riego por surcado y pueden ser de dos tipos: con pendiente o a nivel. Se pueden formar mediante la tracción de distintos tipos de aperos entre ellos tenemos el arado surcado, bisurcado o algunos más complejos como los arados de siete surcos. La separación entre los surcos debe ser tal que quede asegurado el mojado de todo el suelo ocupado por las raíces.

El movimiento del agua en el suelo depende, sobre todo, de la textura: en suelos arcillosos el agua se expande lateralmente con mayor facilidad que en los arenosos, en los que el agua tiende a desplazarse en profundidad, por lo que los surcos pueden estar más separados en el primer caso. Las pérdidas de agua que se producen en suelos arenosos pueden condicionar la utilización de surcos en este tipo de suelos. En ocasiones puede haber dificultades a la hora de acomodar la separación de los surcos a la textura del suelo, ya que es necesario tener en cuenta el marco requerido por el cultivo y la maquinaria a utilizar en otras operaciones.

### Proceso de siembra:

(Leonardo et al, 2010) en la publicación, Siembra de maíz en surcos angostos; menciona dos tipos de siembra de este cultivo.

#### Sistema de siembra tradicional:

Este tipo de siembra es en surcos, cuya distancia depende del tipo de sembradora, pero regularmente se surca con separación entre 75 y 80 centímetros. Generalmente la siembra se realiza en seco una vez que se prepara el terreno, con sembradoras de precisión las cuales se calibran según el interés de cada productor, para obtener densidades de siembra que varían de 70 mil a 100 mil semillas por hectárea. Una desventaja de la siembra tradicional es que el suelo permanece más tiempo descubierto hasta que las hojas de maíz cierran el espacio entre surcos.

#### Sistema de siembra en surcos angostos:

La siembra de maíz en surcos angostos a 50 centímetros es una nueva tecnología que permite un mayor espaciamiento de plantas en el surco, un mejor aprovechamiento del suelo y agua, y un control más eficiente de maleza. La optimización del suelo consiste en que se establecen más surcos y se aumenta la distancia entre plantas (Tabla 1); mientras que para el agua hay un mejor aprovechamiento debido a una temprana cobertura total del suelo y a la reducción de la evaporación de la humedad.



**Tabla 2: Distancia entre plantas y plantas por metro lineal en dos distancias entre surcos y tres densidades de población**

Distancia entre surcos	Plantas por hectárea a cosecha	Distancia entre plantas (centímetros)	Plantas por metro lineal
76 centímetros	75 mil	17.6	5.7
	90 mil	14.6	6.8
	105 mil	12.5	8.0
50 centímetros	75 mil	26.7	3.8
	90 mil	22.2	4.5
	105 mil	19.0	5.3

**FUENTE: INIFAP**

Proceso de aporque:

De acuerdo con la revista ciencias técnicas agropecuarias (2004) el aporque es una atención cultural que tiene varias finalidades y se les realiza a los cultivos atendiendo a sus características biológicas, consiste en acercar suelo al pie de las plantas.

El aporque tiene varias finalidades, acercar suelo enriquecido con nutrientes al pie de las plantas, eliminar malezas, facilitar el drenaje, mejorar la aireación alrededor de las plantas y servir de apoyo a ciertos cultivos cuyo sistema radical no es fuerte, entre otras cuestiones.

Esta atención cultural no es común a todas las plantas, ni a todos los suelos; señalando que se les realiza a aquellos cultivos de fruto agrícola subterráneo y a los de fácil formación de raíces nodales; como el maíz ya que es un cereal muy utilizado para la alimentación humana, animal y la industria; se cultiva en todos los países, pues presenta amplia plasticidad ecológica.

### Proceso de fumigación:

En el proceso de la agricultura existe una etapa en donde las plantas están expuestas a plagas y peligros que puedan hacer reducir su producción, es por esto que para evitar que las plantas sufran de pestes se usan las pulverizadoras; que hacen esparcir un compuesto que puede ser natural como el agua, o químico como herbicidas o plaguicidas, expulsándolo mezclado con aire en forma de gotas muy finas con una aplicación fitosanitaria.

Juan et al. (2011) indicaron que el manejo y aplicación adecuada de productos plaguicidas, implica la reducción de los riesgos de toxicidad, tanto para el personal manipulador, como para el consumidor. Además, reduce el impacto sobre la flora y fauna, y el medio ambiente, incrementando la eficacia contra la plaga o enfermedad que se desea combatir.

La aplicación de plaguicidas con equipos pulverizadores consiste en depositar la cantidad necesaria del principio activo en el sitio de acción (o blanco), sea éste: el suelo; las plantas o partes de ellas (hojas, tallos, frutos); o las plagas que se quiere controlar. La aplicación debe proporcionar una cobertura considerable del blanco y depositar la cantidad suficiente de producto para eliminar o controlar el problema.

Los tipos de pulverizadoras que presenta el mercado agrícola son los siguientes:

### Por el modo de funcionamiento:

- De arrastre
- Autopropulsados
- Hidráulicos
- Equipo de mochila

### Por el tipo de producto expulsado:

- Atomizador
- Nebulizadores
- Vaporizador
- Espolvoreadores
- Centrífugos
- De chorro proyectado
- De chorro transportado

#### 4.2.6 Patinamiento, lastrado y elección de neumáticos en tractores agrícolas

A lo largo de nuestra experiencia laboral, se han presentado diversos casos de pérdida de potencia, consumo excesivo de combustible, disminución del rendimiento de la máquina, etc., vinculados directamente a problemas de patinamiento, lastrado deficiente o mala elección de neumáticos, los cuales desarrollaremos a continuación.

De acuerdo a como realicemos el lastrado estaremos definiendo el porcentaje de patinamiento, el cual lo tomamos como el resbalamiento de las ruedas motrices del tractor por falta de adherencia en el suelo.

Ensayos realizados han demostrado que para que el tractor obtenga un máximo aprovechamiento de la potencia disponible el patinamiento deberá estar entre un 10 y un 15 % en trabajos de labranza sobre suelo firme.

En las operaciones que exijan más fuerza de tracción el peso debe ser mayor porque el patinaje tiende a aumentar, lo cual trae como consecuencia pérdida de fuerza de tracción y aumento de consumo de combustible, más desgaste en los neumáticos y partes mecánicas del tractor, lo que trae aparejado un menor rendimiento operativo.

Por otro lado, el lastre no puede ser excesivo, pues esto causa mayor compactación del suelo, más resistencia al desplazamiento del tractor y, por ende, mayor consumo de combustible.



Figura 20: Tractor de trocha angosta atascado en el terreno por problemas de patinamiento y falta de potencia.

#### 4.2.7 Pérdidas ruedas – suelo

En la transmisión de la potencia de la rueda al suelo es donde se producen las mayores pérdidas de energía. Los neumáticos son los elementos que soportan al tractor sobre el suelo y además se encargan de impulsarlo sobre él. La superficie de contacto de los neumáticos con el suelo es muy importante y su perfecto estado asegura una mejor adherencia.

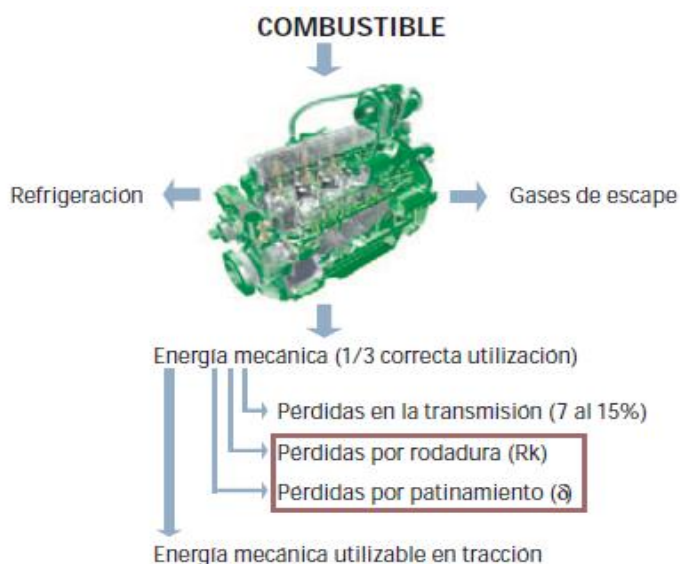


Figura 21: Pérdidas de energía mecánica del motor por transmisión, patinamiento y rodadura. Fuente: IDAE.

Para calcular la potencia de tracción de un tractor agrícola se pueden utilizar los siguientes factores, a partir de la potencia medida en la toma de fuerza:

Tabla 3: Factor de corrección para calcular la potencia de tracción en diferentes tipos de suelo

<b>Potencia de tracción</b> (A partir de la Potencia en la tdf)				
<b>Tipo de tractor</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Suelo firme</b>	<b>Suelo labrado</b>	<b>Suelo blando</b>
Simple Tracción (2RM)	0,87	0,72	0,67	0,55
Doble Tracción, con Ruedas desiguales	0,87	0,77	0,73	0,65
Doble Tracción, con Ruedas iguales(4RM)	0,87	0,78	0,75	0,70
Cadenas (o bandas de goma)	0,7	0,82	0,80	0,78

FUENTE: AGRO TECNICA

Se llama rodadura a la fuerza necesaria para vencer la resistencia del suelo y desplazarse. Depende del peso del tractor, incluido el lastre que pueda llevar, y del tipo de suelo por el que se desplaza.

El patinamiento depende de la fuerza que desarrollen las ruedas y del tipo de suelo donde se trabaja. Además, depende del peso que soportan las ruedas y de la superficie de contacto (con sus formaciones) entre las ruedas y el suelo. La fuerza que desarrollan las ruedas depende de la potencia suministrada por el motor (régimen y par), la marcha elegida y el diámetro efectivo de las ruedas.

En los trabajos de tracción se produce un incremento del consumo de combustible del orden del 15%, debido a las pérdidas por rodadura y por patinamiento o deslizamiento. En ambos casos, las pérdidas dependen en gran medida del peso del tractor; pero en relación inversa: al aumentar el peso del tractor la rodadura es mayor, por el contrario, disminuye el patinamiento.

#### 4.2.8 Pérdidas por patinamiento

Se manifiesta por una reducción de la velocidad real de avance del tractor, afectando a la superficie útil trabajada durante un tiempo determinado. Aumenta considerablemente cuando el esfuerzo de tracción que debe realizar el tractor es grande comparado con el peso de éste. A menudo se olvida que pasar de un patinamiento del 10% al 25% significa perder un 17% del trabajo, consumiendo el mismo combustible (L/hora), y tardando más tiempo en finalizar la labor, lo que hace aumentar el consumo total (L/ha).

**Tabla 4: Patinamiento recomendado para conseguir la máxima eficacia posible sobre diferentes tipos de suelo**

Tipo de suelo	Patinamiento óptimo (%)	Eficiencia en tracción
Firme	4 – 8	0.93
	8 – 10	0.78
	11 – 13	0.64
Blando	14 – 16	0.52

FUENTE: AGRO TECNICA

El patinamiento no representa solo una pérdida de combustible, sino que además, el trabajo es de peor calidad y acelera el desgaste de los neumáticos. Se considera que como norma general, trabajando en campo, un tractor de simple tracción debe mantener un patinamiento del 10 al 20% y uno de doble tracción del 5 al 15%.

#### 4.2.9 Reducción conjunta de pérdidas por rodadura y patinamiento

Las huellas de las ruedas motrices del tractor dan una indicación de la suficiencia o del exceso de peso del tractor para el esfuerzo que tiene que realizar. Una huella muy marcada indica que el tractor está lastrado en exceso para el esfuerzo de tracción que realiza; por el contrario, una huella totalmente borrosa es indicadora del alto patinamiento y es necesario lastrar el tractor si se quiere mantener este esfuerzo de tracción que el apero necesita. En función de la naturaleza del trabajo se recomiendan las siguientes formas de actuación:

- Utilizar tractores medianos, ni demasiado pesados ni demasiado ligeros para su potencia.
- Buscar una buena adaptación del apero a la potencia del tractor
- Reemplazar sin retraso los neumáticos desgastados, especialmente para trabajar con suelos blandos.
- Modificar con buen criterio el lastre recurriendo a las masas adicionales.
- Ajustar la presión de inflado de los neumáticos a la naturaleza del trabajo que se debe realizar.

En el uso habitual que del tractor hacen los usuarios las pérdidas por rodadura y deslizamiento son casi un 10% mayor a las que con cuidado podrían conseguir y el consumo de combustible aumenta en la misma proporción.

**Tabla 5: Peso total necesario para el tractor en función de la potencia del motor usada en trabajos de tracción para diferentes velocidades de trabajo**

Potencia del motor (CV)	Peso total necesario del tractor (kg)			
	a 8.5 km/ sobre rastrojo		a 6.5 km/ sobre rastrojo	
	2 RM	2+2 RM	2 RM	2+2 RM
50	2 032	1 727	2 657	2 259
70	2 845	2 418	3 720	3 160
90	3 658	3 109	4 783	4 066
110	4 470	3 800	5 846	4 969
130		4 491		5 873
150		5 182		6 776
170		5 873		6 776
190		6 563		8 583

FUENTE: AGRO TECNICA

#### 4.2.10 Lastrado

El lastrado del tractor se utiliza para evitar en parte el patinamiento y poder realizar labores diferentes de tracción. Consiste en añadir peso al tractor para equilibrarlo y evitar el patinamiento y puede hacerse con contrapesos delanteros, traseros, en los discos de la rueda o llenando las ruedas de agua (si estas llevan cámara).

#### **4.2.11 Conceptos Generales del lastrado**

Se entiende por lastre al peso extra que se añade al bastidor y/o las ruedas del tractor para aumentar el peso total y para modificar la distribución del peso entre los ejes delantero y trasero, es decir, el equilibrio estático adelante/atrás del tractor. De acuerdo con Jacinto Gil (2016); el lastrado es necesario para que el tractor pueda realizar grandes esfuerzos de tiro o para contrarrestar un apero de gran peso suspendido a los enganches traseros. La capacidad para tirar arrastrando un apero depende de cómo se agarren las ruedas motrices al suelo. Este agarre, además de las características del neumático y del terreno, dependen del peso que gravite sobre las ruedas; un tractor más pesado pega con más fuerza las ruedas al suelo y estas pueden ejercer mayor tiro. En cambio, en todas las situaciones en que no se realiza un gran tiro, es preferible que el tractor sea liviano para que le cueste menos energía desplazarse y no compacte el suelo.

Los factores que determinan la cuantía del lastre son: superficie del suelo (suelto o firme), tipo de apero (arrastrado, que no añade peso al tractor, o suspendido, que si lo añade), simple o doble tracción. La mejor manera de verificar que el lastre es el correcto consiste en medir el resbalamiento de las ruedas motrices. Bajo condiciones normales de campo, el resbalamiento deberá del 10 al 15 por ciento. Por ello, es conveniente agregar más lastre si las ruedas motrices resbalan más del 15 por ciento y quitarlo si lo hacen menos del 10 por ciento.

El lastrado del tractor se puede hacer introduciendo agua con anticongelante en las ruedas o acoplado masas en varios puntos. Añadiendo al agua 0,4 kg de cloruro de calcio por litro, esta no se congelará hasta -25°C. Los expertos no aconsejan el lastrado con agua en las ruedas porque ese líquido en su interior las vuelve más rígidas y se pierde parte del efecto amortiguador que producen. Los neumáticos sin cámara se llenan hasta un nivel levemente por encima de la válvula (porcentaje mínimo de llenado 75%). Una cantidad menor dejaría expuesto parte del aro, provocando posiblemente corrosión. Los neumáticos con cámara pueden llenarse a cualquier nivel inferior al 90%, aunque se recomienda que no se rebase el 40% de su volumen total.

De acuerdo al portal TRACTORES Y MAQUINAS (2018). Existen dos tipos de lastres en los tractores: líquidos y sólidos.

A) Lastres sólidos:

- Contrapesos de hierro delanteros y traseros: Se trata de colocar unos contrapesos de hierro en la parte delantera y trasera del tractor, aumentando así el peso de este y la capacidad de tracción del tractor. Aunque es sencillo colocar este sistema para el agricultor, este tipo de lastrado tiene algunas desventajas ya que puede provocar inercias rotacionales y traslacionales.

El lastre delantero va en voladizo, mientras que el trasero se coloca anclado al disco de la rueda.

- Contrapesos de hierro delanteros: Este tipo de lastre se coloca en la parte delantera del tractor, se utiliza principalmente cuando el tractor debe tirar de aperos pesados en la parte trasera. Entre sus desventajas esta la provocación de inercias traslacionales debido a que la separación con el centro de gravedad es mayor, además con este tipo de lastrado se produce mayor desgaste de los neumáticos delanteros.

Este tipo de lastre mediante contrapeso de hierro fundido tanto colocado en la parte trasera como delantera, presenta como ventaja, una fácil colocación y retirada por parte del operario.

B) Lastres líquidos:

Este tipo de lastrado es barato y sencillo para el operario. Las inercias traslacionales en este tipo de lastre son menores y como ventaja, baja el centro de gravedad del tractor. Entre sus desventajas esta la amortiguación, ya que si se realiza un mal lastrado el tractor bota en exceso, y existe la posibilidad de congelación del líquido en el interior del neumático. El lastrado con agua presenta ciertas desventajas para algunos agricultores, como por ejemplo; una peor distribución de los pesos provocando una menor eficacia del motor o una mayor inercia interna lo que puede provocar un mayor desgaste de los frenos.

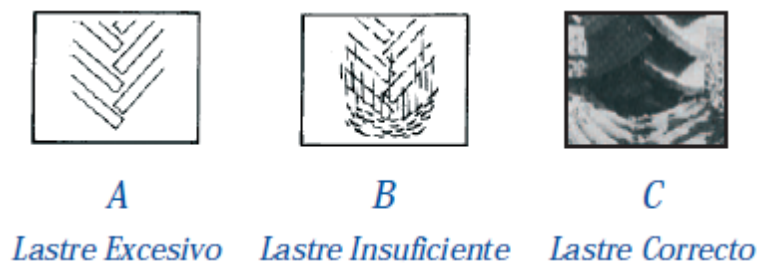


Figura 22: Marcas en el terreno ocasionadas por la manera de lastrar. Fuente: IDAE



#### **4.2.12 Elección del tipo de neumático agrícola**

La elección del neumático agrícola no está exenta de un cierto nivel de conocimientos técnicos, que permitan conjuntar el tipo de suelo en el que se va a trabajar, el tractor a emplear y las labores que se pretenden realizar. A fin de cuentas, el neumático es el punto de unión entre el tractor y el terreno, es decir, por medio del neumático se transmite toda la fuerza desarrollada por el tractor al terreno; una mala elección de este puede provocar una importante pérdida de potencia, de ahí la importancia de su elección.

Lo que se busca principalmente es conseguir una máxima adherencia con una mínima compactación del suelo, lo cual repercutirá en minimizar las pérdidas por deslizamiento, la reducción del consumo de combustible y, por consiguiente, que se alargue el tiempo de trabajo.

#### **4.2.13 Descripción de la rueda**

En la rueda se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas: una metálica formada por el disco y la llanta, y otra formada por el neumático propiamente dicho, que consta de cubierta, y en algunos casos cámara.

El disco se puede considerar como la unión entre la transmisión y el neumático; va unido mediante tornillos al cubo o brida de la rueda (último elemento de la transmisión previo a la rueda). En la periferia del disco nos encontramos con la llanta; se trata de un cilindro metálico, que por un lado se fija al disco y por el otro permite el anclaje del neumático, para facilitar la operación de montaje y desmontaje de la cubierta, la llanta tiene forma hundida en su parte central.

La cámara es un tubo tórico cerrado de caucho flexible y de baja porosidad, con el fin de mantener confinado el aire a presión en su interior. Como se ha indicado previamente la cámara puede o no existir. Unida a ésta se encuentra la válvula de inflado. Por último y rodeando a la cámara se encuentra la cubierta, debido a su importancia, en el siguiente punto se describen sus componentes.

#### **4.2.14 Elementos de la cubierta**

Banda de rodadura: Se trata de la zona de contacto entre el neumático y el terreno, en ella se encuentran los nervios, garras o talones encargados de evitar el deslizamiento, la forma de dichos talones es fundamental. Si las garras se encontrasen de forma paralela al eje de la rueda, esta obtendría la mayor tracción posible, pero al cabo de unas pocas vueltas el espacio entre garras se llenaría de tierra y empezarían a patinar las ruedas. El otro extremo es el caso de las garras en posición perpendicular al eje de la rueda; la tierra sería evacuada inmediatamente, pero la capacidad de tracción del neumático sería extremadamente baja. Por todo ello se ha llegado a una solución de compromiso, situando las garras entre ambas posiciones, es decir formando aproximadamente 45° con el eje de la rueda, si bien existen variaciones de una marca a otra.

Estructura: Formada por una serie de capas y flexibles al mismo tiempo, de tejidos que en un principio fueron de algodón y que actualmente son de hilos metálicos llamados lonas, la resistencia de dichas capas viene expresado por el “Ply Rating” o PR y da una idea de las cargas que puede soportar el neumático; suele variar entre 2 y 10.

Recubrimiento: Se encarga de proteger a la estructura por medio de una envoltura de caucho vulcanizado duro.

Talones o pestañas: Son los encargados de fijar el neumático a la llanta. También sirven de principio y fin para la fijación de las lonas, para lo cual tienen en su interior un alambre que les da rigidez.

#### **4.2.15 Dimensiones de un neumático**

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

- Denominación del neumático: B-D
- PR
- Radio sin carga: se trata del radio del neumático hinchado y sin soportar carga.
- Radio con carga: es el que se obtiene al soportar el neumático su capacidad de carga a la presión de 0,8 bar.
- Radio índice: se trata de un valor normalizado utilizado para distintos cálculos.
- Capacidad de carga en función de distintas velocidades máximas y presiones de inflado: se trata del peso que puede soportar para una presión dada y un peso establecido

#### **4.2.16 Tipos de neumáticos**

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.

#### 4.2.17 Nomenclatura de los neumáticos agrícolas

Anteriormente en el apartado dimensiones de un neumático se ha indicado la forma más usual de designar a éste; a continuación, se analizan todos los elementos que caracterizan un neumático de acuerdo con las normas internacionales.

Anchura nominal (B): Es la anchura entre flancos del neumático inflado sin apoyar, en pulgadas.

Diámetro de la llanta (D): Es la distancia entre los resaltes de la llanta donde van apoyados los talones del neumático, en pulgadas.

Radio sin carga (R): Es la mitad de la distancia entre los extremos del balón cuando el neumático está inflado y no cargado.

Radio con carga (R'): Es la distancia entre el centro del disco y el extremo del balón cuando el neumático está inflado y cargado.

Relación de forma: Como ya se ha indicado, es la relación entre la altura y la anchura del balón, en función de esta característica se puede establecer la siguiente clasificación: normal o estándar (relación de forma» 100%), base ancha o de bajo perfil (75 – 85 %), base extra ancha (60 –70 %).

Características dimensionales: Además de la forma de designación B-D en pulgadas pueden utilizarse otras formas diferentes, veámoslas con unos ejemplos:

– 16.9 R 34 6 PR: 16.9, anchura de balón en pulgadas; R, radial; 34, diámetro de la llanta en pulgadas; 6 PR, índice de resistencia, por lo general aparece solo en los neumáticos diagonales, en los radiales se suele usar el índice de carga.

– 520/70 R 38 (20.8/70 R 38) \* 150 A8: 520, anchura de balón en mm; 70, relación de forma; R, radial; 38, diámetro de la llanta en pulgadas; (20.8/70 R 38), forma antigua de designación; \*, presión de funcionamiento; 150, índice de carga que representa la capacidad de carga, sustituye al índice de resistencia PR; A8, código de velocidad: velocidad máxima recomendada para el neumático en relación con la carga que soporta (Tabla 3).

– MICHELIN 710/75 R 34 X M28 168 A8 165 B Tubeless Radial P: MICHELIN, marca del fabricante; 710, anchura del balón en mm; 75, relación de forma; R, radial; 34, diámetro de la llanta en pulgadas; X, Radial Michelin X ®; M 28, tipo de estructura; 168 A8, índice de capacidad de carga para una velocidad A8; 165 B, índice de capacidad de carga para una velocidad B; Tubeless, neumático sin cámara; Radial, tipo estructura; P, sentido correcto de la rotación del neumático.

– Pirelli TM 800 600/65 R 38 157 A8 154 B: Pirelli, nombre del productor; TM 800, nombre de la banda de rodaje; 600, ancho de balón en mm; 65, relación de forma; R, radial; 38, diámetro de la llanta en pulgadas; 157 A8, índice de capacidad de carga para una velocidad A8; 154 B, índice de capacidad de carga para una velocidad B.

¿Cómo elegir el neumático correcto?

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.

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.

#### **4.2.18 Presión de inflado**

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.

#### **4.2.19 Normas generales de uso de los neumáticos**

Durante la vida útil de un neumático conviene tener en cuenta una serie de recomendaciones para su mejor conservación:

- Adecuar la presión de inflado a la carga y al tipo de labor. Una presión excesiva provoca el desgaste de la banda de rodadura por su parte central, una presión insuficiente provoca el desgaste de la zona exterior de la banda de rodadura. Obvia decir que las presiones se han de comprobar periódicamente, y con los neumáticos fríos.
- En el montaje de ruedas gemelas acoplar neumáticos del mismo modelo, con la misma circunferencia y el mismo nivel de desgaste. Así se evitara la diferencia de tracción entre ambos y que uno trabaje más que otro y se desgaste antes.
- Examinar periódicamente el exterior de la cubierta en busca de anomalías.
- Evitar sobrecargas, tanto totales como localizadas.
- Impedir el contacto de la cubierta con productos y disolventes derivados del petróleo.
- Cuando se practique el hidroyado, no olvidar añadir algún tipo de líquido anticongelante.

#### **4.2.20 Mantenimiento y regulación del motor**

El 70 % de los tractores agrícolas consumen entre un 10 y un 20% más de lo necesario, debido a un mal mantenimiento del tractor, según los resultados de los ensayos de tractores realizados con el dinamómetro o freno eléctrico en diferentes países.

El mantenimiento de un tractor debe hacerse a lo largo de toda su vida útil, no solamente cuando es nuevo o está en garantía.

Este mantenimiento debe ajustarse al “Manual de Instrucciones” del fabricante del tractor, especialmente en lo que al motor se refiere. En el manual vienen especificadas todas las revisiones periódicas que deberán realizarse. Debe leerse en profundidad antes de poner en marcha el tractor y consultarlo, cuando se realicen reparaciones, regulaciones o quiera resolverse alguna duda.

Con el uso del tractor, se produce una acumulación de sustancias en los filtros (polvo, hollín, etc.), desgastes y desajustes de determinados componentes que incrementan el consumo de combustible.

Según los datos presentados por J. Lecocq y de los ensayos realizados en varias comunidades autónomas, los tractores agrícolas consumen de un 10 a un 25% más de gasóleo cuando no se ha realizado un correcto mantenimiento del motor, por la suciedad del filtro del aire e inyectores y la incorrecta regulación de la bomba de inyección.

A continuación, se profundiza en los aspectos principales del mantenimiento del motor:

#### **4.2.21 Limpieza del filtro de aire**

Hoy día, coexisten en los establecimientos agropecuarios tractores de última generación con aquellos construidos a partir de la década del '50. Debido a esto podemos encontrarnos con dos filtros de aire de diferente construcción y mantenimiento.

Los tractores fabricados anteriormente a la década del '80, generalmente presentan filtros de aire húmedos en los cuales el elemento filtrante más importante es un volumen determinado de aceite al cual el aire es obligado a atravesar. Dicho volumen de aceite debe ser cambiado al menos dos veces al año dependiendo de las condiciones de polvo en las que normalmente es utilizado el tractor.

El otro tipo de filtro de aire (seco) está compuesto por dos elementos filtrantes, uno exterior de malla de mayor diámetro y uno interior de malla más fina. El elemento filtrante sujeto a mayor mantenimiento es el exterior, el mismo debe limpiarse todos los días en el caso de los motores de aspiración forzada y no menos de una vez a la semana en los motores aspirados (sin turbo), en éste caso dependiendo también del tipo de labor que esté desarrollando el tractor.

La obstrucción del circuito de aspiración provoca una disminución de la entrada de aire produciendo una combustión incompleta en el cilindro reduciendo la potencia del motor. En el caso extremo en el que el elemento filtrante llegara a romperse o colocarse mal, la entrada de polvo a los cilindros puede provocar la rotura del motor.

Del grado de limpieza del filtro del aire depende en gran medida que se realice una mezcla correcta entre el aire y el combustible en el cilindro. El volumen de aire que necesita un litro de combustible para quemarse en su totalidad es de 12.000 litros. Por tanto, deberemos facilitar al máximo el paso del aire para tener un óptimo aprovechamiento del gasóleo, dotando al motor con un sistema de filtrado eficaz.

El tractor desarrolla el trabajo en ambientes de alto contenido en polvo (laboreos, recolección, caminos) con partículas pequeñas y que son perjudiciales para el motor y partículas mayores que quedan atrapadas en el filtro y en su acumulación perjudican la entrada de aire y la correcta combustión.

El aumento del consumo se produce por el mal quemado del combustible. Cuando este es excesivo se pueden apreciar humos negros en la salida del escape. En la actualidad los tractores llevan filtros de aire en seco y con diferentes sistemas para la limpieza o autolimpieza e incluso con señales sobre el índice de suciedad del tipo sonoro, luminoso o de otro tipo (inscritas en el filtro).

Cuando el indicador señala que el filtro está sucio, se desmontará y se sacudirá o se limpiará con aire a presión, si lo tenemos. Antes de montarlo ver si ha quedado limpio y si tiene zonas desgastadas, roturas o grietas. Si tiene cualquier desperfecto el filtro se cambiará por uno nuevo.

La limpieza con aire a presión la realizan más del 95% de los agricultores. El filtro se limpiará dirigiendo el aire desde el interior hacia el exterior, o sea, en sentido contrario de circulación del aire cuando el filtro está montado.

No se sobrepasará una presión de aire de  $7 \text{ kg/cm}^2$  . Si el filtro tiene un sistema de autolimpieza, deberemos comprobar cómo deja el filtro y cada cuanto tiempo lo deberemos desmontar para limpiar.

Por último, el filtro deberá limpiarse cuando esté sucio, si es necesario, y, en todo caso, antes de las horas de funcionamiento que diga el “Manual de Instrucciones”. Cuando tras una limpieza vuelve a ensuciarse muy rápido, o a las pocas horas, deberemos cambiar el filtro debido a que los microporos se encuentran obstruidos y reducen el paso del aire.

El agricultor deberá controlar a menudo el estado de limpieza del filtro del aire. Este control deberá hacerse según los trabajos que realiza el tractor. Cuando el tractor trabaja o se desenvuelve en ambientes con mucho polvo, el filtro se limpiará en periodos muy cortos de tiempo.

#### **4.2.22 Limpieza del filtro de combustible**

Como todo circuito por donde circula un líquido, el sistema de alimentación de combustible posee un filtro el cual debe ser cambiado cada 300 horas de uso. La acumulación de suciedad en dicho filtro puede provocar la obstrucción del circuito y por ende la caída de potencia del motor por falta de alimentación de combustible.

La trampa de agua ubicada inmediatamente después de la salida del tanque de combustible, tiene como objetivo quitar del sistema el agua producto de la condensación del aire dentro del tanque. El vaciado periódico de dicha trampa evita que el nivel de agua dentro de ella suba a tal grado que se produzca la inyección de agua en el circuito lo cual puede provocar corrosión de partes importantes del motor como la bomba inyectora.



Figura 23: Filtro de combustible de tractor agrícola.

El filtro de combustible es el elemento de filtrado y limpieza del mismo. Su misión es evitar la entrada de restos sólidos en la bomba e inyectores. Cuando está sucio, el filtro no permite pasar el gasóleo que el tractor demanda para realizar el trabajo; entonces el tractor fallará o se parará.

A veces, el filtro llega a romperse por la presión de bombeo, cuando los microporos filtrantes están tapados. La avería que ocasiona el paso de gasóleo sin filtrar es muy perjudicial, por tanto hay que cambiar el filtro cuando indique el “Manual de Instrucciones”. Si el gasóleo tiene muchas impurezas el filtro se cambiará antes de lo recomendado.

#### **4.2.23 Control y regulación del circuito del combustible**

La regulación y dosificación del combustible es realizada por la bomba de inyección y los inyectores, por tanto deberán estar a punto y controlados cuando sea necesario. No deben ser regulados más que por personal debidamente preparado y equipado.

La bomba introduce el gasóleo a presión en los inyectores y estos lo pulverizan en finas gotitas y lo reparten uniformemente en el cilindro, para que se mezcle con el aire y se queme en su totalidad. La precisión de estos elementos es muy importante en el ahorro de combustible. Con el normal funcionamiento del motor y con el tiempo aparecen desgastes y deformaciones en inyectores, toberas o desajustes en la bomba provocando una serie de disfunciones y un aumento del consumo de gasóleo.

Las disfunciones más comunes son:

- Inyección de poco o mucho gasóleo por mal estado de la bomba o de los orificios de los inyectores.
- La mezcla no se realiza correctamente por gotas muy gruesas de gasóleo.
- Desajustes en la apertura o cierre de toberas que producen pérdidas de energía.

En los inyectores deberán hacerse revisiones periódicas (cada 1.000 horas), cambiarse y regular el momento de inyección respecto a la apertura de válvulas (cada 5.000 horas).

Cuando el consumo del tractor aumenta y el estado de mantenimiento es bueno deberemos pensar que es necesario realizar una prueba de esfuerzo o un control de consumo. De esta forma se evitarán averías graves y se conocerá a qué es debido el mal funcionamiento y que provoca el exceso de consumo.



#### **4.2.24 Utilización de lubricantes adecuados**

Los fabricantes de maquinaria agrícola normalmente recomiendan el cambio de aceite lubricante de motor entre las 200 a 300 hs de trabajo. Los filtros de aceite deben ser cambiados vez por medio con el aceite, es decir, cada 300 a 600 hs.

El aceite lubricante del diferencial debe ser cambiado cada 1.000 hs. Es necesario prestar mayor atención en aquellos tractores cuyo sistema hidráulico utiliza el aceite de diferencial en lugar de tener un tanque y fluido hidráulico por separado ya que las pérdidas de aceite por transpiración de acoples, mangueras y cilindros puede disminuir el nivel de aceite más rápidamente y a su vez estar más expuestos a la entrada de suciedad y humedad a partes vitales de la transmisión.

La correcta utilización de los aceites y los lubricantes en el tractor tienen gran correlación con el consumo de combustible y sobre todo con la vida útil del tractor. La misión del aceite es mantener una película entre los elementos para evitar el rozamiento, el calentamiento, los desgastes y así reducir las pérdidas de energía y la otra no menos importante, la refrigeración de piezas que por construcción no pueden ser enfriadas por el sistema de refrigeración como el cigüeñal.

Para conocer la eficiencia energética y evaluar el consumo de aceites y de lubricantes, es necesario controlar los consumos y analizar su evolución en los años de vida del tractor. Un consumo excesivo en aceite provoca un humo en el tubo de escape de color azulado, siendo un dato significativo del estado en que se encuentra el motor. Todos los tractores deben consumir algo de aceite. Si un tractor no consume nada de aceite es necesario ver qué ocurre rápidamente, ya que puede entrar al cárter gasóleo o agua procedente de la refrigeración.

La incorrecta utilización de los aceites, por menor viscosidad o por pasarse de las horas de cambio, produce pérdida de eficacia y rozamientos. Un lubricante demasiado viscoso incrementa inútilmente el consumo, al ofrecer más resistencia interna.

Actualmente en los tractores se pueden utilizar, para disminuir la contaminación, aceites de tipo biológico. Estos bioaceites hidráulicos tienen una base sintética de aceite vegetal y resisten en invierno hasta unos  $-15^{\circ}\text{C}$ . La ventaja de estos aceites es que se descomponen fácilmente de forma biológica.



Figura 24: Medición del nivel de aceite en tractor agrícola.

#### **4.2.25 Correcta conducción y utilización del tractor**

El consumo de un motor varía según su velocidad de giro y la carga que debe vencer. Actuando sobre el acelerador y la caja de cambios se puede obtener un buen aprovechamiento de la potencia y la óptima transformación del combustible en energía. El dato más observado y comentado, aunque no el más importante, es la potencia del tractor. La potencia del motor de los tractores agrícolas se proporciona mediante una determinada norma de ensayo, (DIN, SAE, ISO, ECE, OCDE, etc.), que debe ser siempre citada.

A la hora de anunciar la potencia del tractor, no existe uniformidad de criterio en la elección de la norma de ensayo, utilizando los distintos fabricantes una de ellas, generalmente entre las cinco citadas anteriormente, con lo que al agricultor se le crea un verdadero problema para evaluar la idoneidad del tractor para su explotación. Además, en la mayoría de los casos no se indica el número de la norma. Así, si un fabricante nos dice que el motor de su tractor tiene 100 CV según SAE y no nos dice el número de norma, puede estar hablando de potencia bruta, o de potencia neta, pues en ambos casos existe una norma SAE para la medición.

En muchos casos, desgraciadamente cada vez menos, los fabricantes indican también la "potencia de homologación" que, en realidad, se trata de la potencia de inscripción, y que es aquella con la que el tractor se inscribe en los Registros de Maquinaria, por ello también es conocida como potencia de la "cartilla". Esta potencia se mide en la Estación de Mecánica Agrícola del MAPA según el código OCDE, aunque también se puede convalidar un ensayo OCDE realizado por el fabricante en otro país.

La noción de potencia es bastante compleja y para explicarla y entenderla correctamente es preciso tener en cuenta conceptos que explicaremos a continuación: potencia nominal, potencia constante, par motor, par constante, par máximo, reserva de par, consumo horario, y consumo específico.

Para poder ver y señalar los indicadores más importantes de las características del motor se presentan dos gráficos de un determinado motor ejemplo.

En el primer gráfico se han representado las curvas características de rendimiento de este determinado motor con los principales parámetros de control de la potencia y del consumo.

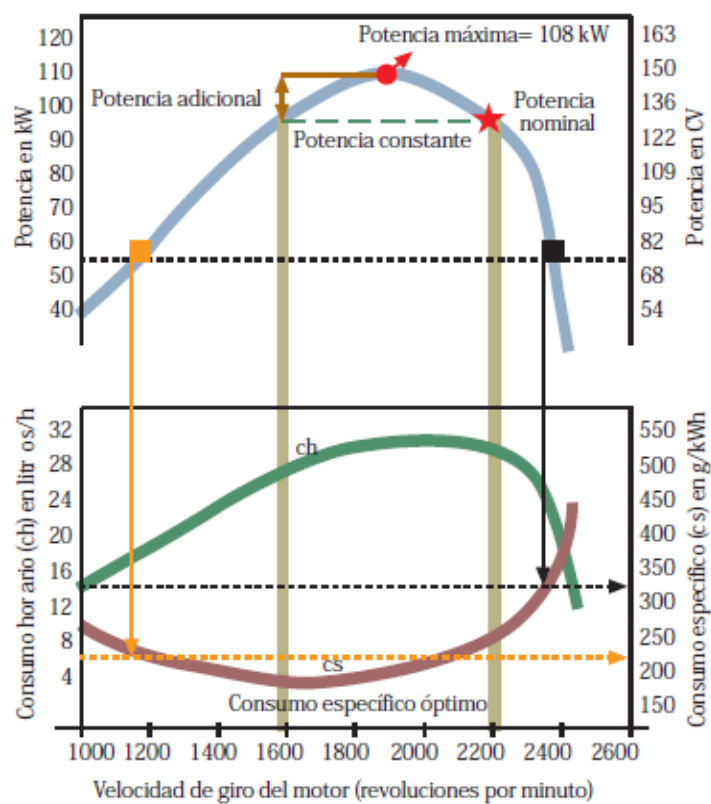


Figura 25: Curvas de potencia y consumo características del motor. Fuente: IDAE

**Potencia Nominal:** Es la que el motor puede suministrar en el trabajo continuo al régimen nominal o de funcionamiento máximo recomendado por el fabricante.

Ejemplo: 95 kW ó 129 CV, con régimen nominal a 2.200 r/min.

**Potencia Máxima:** Es la mayor potencia que el motor puede alcanzar. Para el agricultor no debe ser la que mayor consideración obtenga ya que su utilización es muy escasa en los trabajos realizados habitualmente.

Ejemplo: 108 kW, a 1.900 r/min.

Incremento de Potencia, Potencia adicional o Potencia Extra: Es la diferencia resultante entre la potencia máxima y la nominal.

Ejemplo:  $[108 \text{ kW} - 95 \text{ kW}] = 13 \text{ kW}$

Potencia Constante: Es cuando la potencia máxima se mantiene durante un intervalo amplio del régimen del motor. Se expresa en porcentaje según el régimen correspondiente a la potencia nominal y al régimen más bajo al que se vuelve a obtener esa misma potencia. Una potencia constante, igual o superior al 20 % del total del régimen, está bien considerada para un motor.

Ejemplo:  $[(2.200-1.600) / 2.200 \times 100] = 27,3\%$

En los motores de potencia constante, se sacrifica parte de potencia con el fin de obtener la máxima potencia durante un amplio intervalo de las revoluciones del motor, reduciendo las intervenciones en el embrague, así como en el cambio de marchas, favoreciendo el rendimiento en el trabajo y en la conducción.

El consumo de combustible se representa en la parte inferior del gráfico, dato esencial en el tractor debido a su coste, a la eficiencia y a la contaminación que se produce si el aprovechamiento del combustible no es el correcto.

Para establecer comparaciones de consumo de combustible entre tractores, es necesario recurrir a la definición de Consumo Específico (Cs), que indica la eficiencia que tiene un motor para transformar carburante en energía mecánica, y se expresa como la cantidad de carburante que hay que consumir (en gramos), para obtener una determinada potencia en kilovatios (kW), durante una hora (g/kWh).

El punto más bajo de esa curva, es el de menor consumo y se llama consumo específico óptimo. A modo orientativo, este consumo se considera bajo si la cantidad de combustible es inferior a 200 g/kWh, medio de 200 a 230 g/kWh y elevado por encima de 230 g/kWh.

Por consiguiente, se recomienda que en la realización de las labores, el tractor deberá desarrollar la potencia necesaria utilizando el régimen del motor y la marcha más adecuados, intentando conseguir el mínimo consumo de combustible. Aquellas labores que se realicen con aperos conectados a la toma de fuerza, se harán considerando el régimen de motor señalado por el fabricante del apero.

En el gráfico1 se puede observar:

- Utilizando el motor del tractor al 50% de su potencia a un régimen máximo se obtiene un consumo específico de 310 g/kWh. (flecha en color negro).
- Utilizando ese mismo motor al 50% de su potencia, pero a un régimen menor el consumo específico desciende a 230 g/kWh. (flecha en color naranja).
- Se ha conseguido un ahorro superior al 25%.

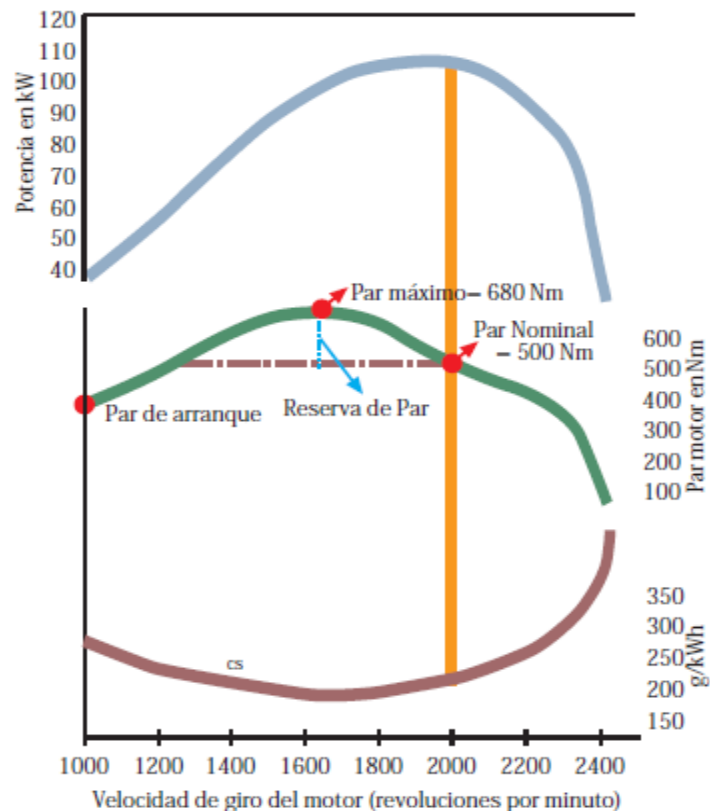


Figura 26: Curvas del par motor. Fuente: IDAE

Par Nominal: Es el par motor que se obtiene al régimen nominal del motor.

Ejemplo: PN=500 Nm.

Par Máximo: Es el máximo que se obtiene cuando el llenado de aire de los cilindros permite quemar correctamente el máximo de carburante.

Ejemplo: PM=680 Nm.

Par de Arranque: Para los trabajos de tracción, como laboreo profundo y transporte de gran tonelaje, es preciso que el motor presente un importante par de arranque a 1.000 r/min.

Reserva de Par o Incremento de Par (% del par nominal): Es la característica del motor a superar esfuerzos cuando varía el número de revoluciones. Permite al tractor soportar una sobrecarga pasajera. Se calcula como porcentaje de la diferencia entre par máximo y nominal, referido al par nominal. Ejemplo:  $(680-500) / 500 \times 100 = 36\%$ .

La reserva de par da la elasticidad que tiene el motor en sobrecarga, sin utilizar el cambio de marchas. En un tractor con una reserva de par baja el número de velocidades deberá ser mayor. Una reserva de par es buena a partir del 25% y muy buena por encima del 40%, y cuanto mayor sea mejor se adapta el tractor a un esfuerzo suplementario de tracción.

Reglas prácticas para una conducción económica:

A. Para trabajos pesados (subsolador, vertedera)

1. Colocar la palanca del acelerador para que el motor gire en vacío entre el 80 y 85% del régimen nominal.
2. Buscar entre las distintas velocidades la que con el equipo trabajando y sin tocar el acelerador, produzca una caída de vueltas de unas 200-300 revoluciones por minuto. Si la caída fuese mayor la marcha elegida sería demasiado larga, si fuese menor estaríamos utilizando una marcha demasiado corta.

B. Para trabajos ligeros (cultivador, rastra o grada no accionadas)

1. Colocar la palanca del acelerador para que el motor gire en vacío entre el 60 y 65% del régimen nominal.
2. Seleccionar la velocidad del cambio como en el caso anterior.

C. Para trabajos con la toma de fuerza (TDF)

Se colocará la palanca del acelerador para conseguir en el motor el régimen requerido en el eje de la toma de fuerza (alrededor de 540 ó 1.000 r/min.). En trabajos ligeros (siembra, pulverización, fertilización) se han de utilizar las posiciones de toma de fuerza económica; consiguiéndose reducir los consumos de combustible, porque suministraremos la potencia requerida por la máquina con menor régimen del motor del tractor.

#### **4.2.26 Adecuación y mantenimiento de aperos**

El esfuerzo que supone para el agricultor la compra de un tractor, que normalmente es de mayor potencia que el sustituido, no debe desperdiciarse con la conservación o compra de aperos inadecuados.

Es muy común que los agricultores sobre esfuerquen su tractor, haciéndolos trabajar con aperos que sobrepasan su capacidad y de este modo exigiendo al motor de manera inapropiada. El uso de implementos en condiciones óptimas es fundamental para poder aprovechar al máximo el rendimiento del tractor.

Por lo tanto el usuario debe informarse consultando a fabricantes, catálogos, libros, etc., y pedir consejo a asesores especializados antes de realizar la compra.

#### **4.2.27 Organización, control y gestión del trabajo**

La utilización correcta de la maquinaria agrícola de forma organizada y controlada produce un ahorro considerable de combustible y del tiempo de trabajo superior al 15%. La organización en los recorridos, el momento de realizar las labores, el marcado de pasadas, la estructura de las parcelas y la forma de hacer las cabeceras, favorecen el ahorro de combustible. Según la distancia y número de recorridos el ahorro puede variar del 10 al 15%.

#### **4.2.28 Formación y rendimiento del operador**

La sensibilización sobre la optimización del tractor es muy importante que se transmita y sea entendida por el conductor ya que este es el principal artífice para poder conseguirlo. Los agricultores deberán entender los conceptos que inciden en el ahorro del consumo, en la eficiencia energética y en la mejora medioambiental, aumentando los beneficios de la explotación y la mejora del entorno.

La formación de los operadores permitirá un aprendizaje que llevará a una conducción de forma económica, aumentando el rendimiento de trabajo, controlando el consumo y alargando la vida útil del tractor.

Aunque, hoy por hoy, son difíciles de conseguir, el agricultor debería saber analizar las curvas de ensayos de potencia realizadas por los fabricantes o solicitadas por él. De esta forma el agricultor conocería las curvas de consumo, la potencia obtenida y otros parámetros de interés que lo formarían particularmente.

Cuando se planea una labor mecanizada es preciso considerar el tipo, cantidad y valor del trabajo que se va a requerir del operador. El operador debe recibir previamente entrenamiento y suficiente capacitación para que la operación de las máquinas y equipos sea eficiente, cómoda y segura.

Con el perfeccionamiento que han tenido las máquinas, actualmente el operario debe poseer mayor concentración para tener un adecuado control de los equipos y por lo tanto el desgaste físico es menor.

Los tableros de instrumentos poseen diferentes sistemas que permiten identificar si una operación o un sistema está funcionando correcta o incorrectamente, es el caso de los contadores de semilla en las sembradoras, los pilotos que advierten si una correa, un engranaje, o una transportadora funcionan adecuadamente, los pitos y las alarmas también son señales que permiten identificar cuándo las máquinas y los equipos funcionan a la perfección.

El rendimiento del operador de máquina agrícola está influenciado por: la comodidad que tenga en su puesto de trabajo es decir una cabina adecuada, por el ruido que se produzca a su alrededor, este no debe pasar de 90 decibeles en la escala A, por las características individuales tales como habilidad para hacer sus movimientos propios del trabajo, temperamento, reflejos, entrenamiento, experiencia, conocimientos técnicos, estado físico, motivación y habilidad mental.

Para medir el rendimiento del operador de maquinaria agrícola es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Calidad de mano de obra
- Valor de la mano de obra
- Seguridad

Para que pueda decirse que cualquier trabajo se puede realizar con alto rendimiento dando índices adecuados de utilidad, se debe lograr una armonía entre el funcionamiento eficiente de las máquinas y los equipos, con la experiencia y habilidad del operador.



#### **4.2.29 Costos de la maquinaria agrícola**

El uso de maquinaria agrícola y equipos de agroindustria genera costos operacionales de importancia, pues el creciente nivel tecnológico asociado a estos equipos genera mayor incidencia en la eficiencia física de las labores en los costos de producción y, por tanto, en el incremento de productividad y rentabilidad.

La primera decisión a la que se ve enfrentado el productor, referido a la planificación de uso de maquinaria agrícola, es a utilizar equipos propios (y las decisiones relacionadas con inversión, créditos, tipo de maquinaria, costo mantenimiento, etc., o el arrendamiento de equipos) y las decisiones respecto qué maquinaria arrendar, a quién solicitar el servicio y a qué precio. La disyuntiva anterior podría no tener mucha relevancia si no fuera por el hecho que, según Roberto Velasco (2014), la incidencia del costo operacional de maquinaria agrícola es del orden del 30% del costo de producción de maíz grano y 40% en maíz silo.

Aunque existe disyuntiva entre utilizar maquinaria propia o arrendada, se debe destacar que cualquiera sea el contexto, dada la trascendencia creciente del factor mecanización y automatización de labores en el agro, es importante calcular con razonable sencillez y precisión los costos de operación. Para ello es necesario tener un conocimiento básico de conceptos de orden económico e “interiorizar” un esquema metodológico de cálculos, previo a la valorización. Lo anterior contribuye a la interpretación más objetiva de las cifras que genera una evaluación de costos. El análisis y cálculos se referirán a la situación de uso tractor + implemento.

El costo de uso u operación de cualquier maquinaria agrícola o equipo depende principalmente de cinco factores o condiciones de utilización relacionados: inversión inicial, intensidad de uso, mantenimiento, estado de conservación, y antigüedad.

En general, cuanto mayor es la inversión inicial el costo operacional tiende a elevarse; para contrarrestarlo es importante generar con la maquinaria una intensidad de uso lo más cercana posible a su potencial, realizando, durante su vida útil, de la mejor forma posible las labores de mantenimiento y reparación, de forma tal que el estado de conservación de la maquinaria se mantenga acorde a su antigüedad. No es factible establecer un óptimo de cada uno de estos factores que asegure un costo de uso mínimo en forma permanente, pero sí es aconsejable tener claro que estos factores y su manejo inciden en el costo de uso y son la base de cualquier metodología de cálculo.

El manejo de la maquinaria agrícola se hace con base en un análisis pormenorizado de los costos que esta ocasiona. Llevar un registro preciso de los costos es una función básica del administrador de maquinaria.

La determinación del costo de la maquinaria de campo de las operaciones depende de tantos factores, que el sistema de maquinaria de cada explotación se debe tratar como caso aparte. Un conocimiento detallado de los costos de la maquinaria es esencial para una empresa agrícola lucrativa.

El factor que más afecta el costo de la maquinaria por unidad de trabajo es el número de días que se usa anualmente. El uso promedio anual para la mayoría de los implementos agrícolas es inferior a 20 días. Esta característica está influenciada por la naturaleza estacional de las operaciones agrícolas y la poca versatilidad de la maquinaria agrícola.

Los registros de costos de maquinaria agrícola tienen su aplicación y utilidad en los siguientes casos:

- Para la declaración de renta, ya que estos gastos son deducibles de la renta y por lo tanto, bajan puntos en el pago de impuestos.
- Para estimar costos de la producción agropecuaria.
- Es una base informativa para determinar el momento oportuno para remplazar una máquina o un implemento.

Igualmente, los costos de la maquinaria representan un rubro importante y muy significativo en los costos globales de producción de un cultivo, cuyo rendimiento permite al productor dosificar sus labores mecanizables hasta niveles económicos, determinación de los valores de alquiler por hectárea, conocer la época de reposición y, por último, el valor de venta o de salvamento de los equipos utilizados.

#### **4.2.30 Cálculo de costos**

Los costos de la maquinaria se dividen en dos categorías:

Costos fijos: Corresponden a la propiedad misma de las máquinas o sea que son independientes del uso.

Estos costos están representados por:

Depreciación: Es la pérdida de valor y capacidad de trabajo de la máquina, como resultado del desgaste, obsolescencia, daño accidental, y corrosión. La maquinaria se desgasta con el uso, pero la velocidad con que se desgasta depende de la habilidad del operador, la lubricación, las condiciones en que opera y la calidad de diseño y construcción de la misma. La obsolescencia es un factor importante a tener en cuenta en el cálculo de la depreciación.

Dado que continuamente se mejora el diseño de las máquinas, haciéndolas más eficientes, puede ocurrir que la compra de la nueva máquina resulte económicamente conveniente antes de completar la vida útil de la unidad en uso.

La vida útil de la máquina se debe conocer o se debe estimar para poder determinar la depreciación de la misma. Los factores que determinan la vida útil son:

- Obsolescencia o sea la probabilidad de que la máquina sea reemplazada por otra más eficiente.
- Condiciones mecánicas de la máquina.
- Tamaño de la máquina.
- Cambios en la metodología de trabajo que harán innecesarias ciertas máquinas.

La depreciación se puede calcular así:

La depreciación por el método de la línea recta en donde se reduce en una cantidad constante el valor de la máquina a través de cada año de su vida útil.

Empleando este método, el costo por depreciación para realizar una tarea agrícola permanece constante durante toda la vida útil de la máquina, porque no parece razonable emplear costos diferentes de depreciación para un arado nuevo y para un arado con 8 años de uso, siendo que ambos realizan la misma labor. La precisión que ofrece el método de la línea recta podemos considerar que es aceptable.

Otro método es el de la fórmula siguiente:  $D = (V_i - V_f) / V_u$

Donde:

$V_i$  = valor de compra o inicial

$V_f$  = valor final o salvamento

$V_u$  = vida útil del equipo

$D$  = Depreciación

La vida útil de una máquina, equipo o herramienta tiene tres conceptos.

- La vida física, denominada de servicio, se determina cuando la máquina no se puede reparar, debido a la falla de una pieza irremplazable o irreparable.
- La vida de contabilidad, es la vida calculada con base en el uso estudiado de las máquinas existentes y de la vida de diseño de las nuevas máquinas, al final de este período se remata o se vende para ser reemplazada.
- La vida económica, se define como el tiempo transcurrido desde que se compra una máquina hasta el momento en que resulta más económico cambiarla por otra.

**Tabla 6: Vida útil de algunas máquinas e implementos agrícolas**

Equipos	Horas de trabajo/año	Vida Útil años	Desgaste horas	Reparaciones y mantenimiento y/o costo inicia por 100 horas de trabajo
Arado	138	15	2.000	5.4
Rastra de discos	133	15	2.000	7.8
Rastra púas	100	20	2.000	4.8
Cultivadoras	167	12	2.000	7.2
Sembradoras				
Maiz – algodón	67	15	1.000	8.4
Arroz	50	20	1.000	9.6
Guadañas	125	12	1.500	14.4
Tractores de ruedas	670	15	10.000	1.2
Remolques	267	15	4.000	2.2

Fuente: Camacho y otros (1991)

Interés del capital invertido: Se considera normalmente parte del costo de disponibilidad de una máquina, dado que el dinero que se empleó para la compra de esta no se encuentra invertido en otra empresa productiva.

La fórmula sugerida para el cálculo es:  $L = (Vi + Vf) t / 2$

Donde:

L = Interés

Vi = Valor inicial o de compra

Vf = Valor final o de salvamento

T = Tasa de interés

Impuestos y seguros: Existe la posibilidad de comprar un seguro contra robo, incendio u otros riesgos para la maquinaria agrícola, generalmente equivalente al 10% del valor estimado de la máquina, equipo o herramienta asegurada.

Este gasto también se debe incorporar al costo de disponibilidad. Además, el gobierno puede fijar un impuesto, o arancel sobre la maquinaria agrícola que se debe sumar también al costo de disponibilidad.

Almacenaje y protección: En condiciones normales es recomendable la construcción de galpones para almacenar o guardar las máquinas, equipos y herramientas. Esto incrementa la vida útil de la maquinaria y reduce los gastos anuales de reparación.

El costo de almacenamiento y protección se determina en función del área requerida por cada uno de los implementos para su bodegaje y se suma al costo de disponibilidad.

Para su cálculo se recomienda la siguiente fórmula:  $A = 0.5 V_i / 100 * V_u$

Donde:

A = Almacenaje o bodegaje

$V_i$  = Valor inicial

$V_u$  = Vida útil en horas

Reserva de protección: Constituye la protección física de las máquinas y la protección contra accidentes, robo, etc. Es necesario para dar seguridad a la inversión del agricultor, contra descuidos por parte de los operarios, principalmente.

Se puede calcular como en 5% anual del valor promedio del equipo.

Costos variables: Esta clase de costos depende directamente del uso que se le dé a la maquinaria, es decir, que cuando más se use serán más elevados y en caso contrario, serán más reducidos.

Estos costos están representados por:

Reparaciones y mantenimiento:

Respecto al uso, cuanto más fuerte sea la labor es mayor el desgaste y por consiguiente exige reparaciones más frecuentes y un mayor mantenimiento. Estos costos se pueden calcular en forma precisa si se llevan registros detallados.

La fórmula que se utiliza es la siguiente:  $R \text{ y } M = (V_i \times i) / 100$

Donde:

R y M = Reparación y Mantenimiento

$V_i$  = Valor inicial del equipo

i = Costo inicial por 100 horas de trabajo

Combustible y aceite: Los costos de combustibles y aceite son factores importantes en el costo de operación de la máquina. Se pueden establecer costos del combustible y del aceite de una máquina siempre y cuando se lleven registros, pero con fórmulas se pueden calcular los consumos y el costo, para motores de combustión interna con diésel.

Para motores diésel se tiene la siguiente fórmula:

$cc = 0.06$  galones /hora por potencia máxima en la toma de fuerza (en HP)

cc = consumo de combustible en gal/h

Lubricación: La lubricación es un componente menor del costo de operación del implemento, pero si es muy importante en la conservación del mismo.

El costo de la mano de obra requerida para la lubricación es mucho mayor que el del lubricante en sí.

La lubricación de una cosechadora, o en general máquinas complicadas, puede requerir hasta una hora hombre diario y el costo entonces varía con el valor del jornal o del salario mínimo.

Para la determinación del costo por concepto de lubricantes, se considera el 15% del valor gastado en combustibles.

$L = \text{costo por lubricantes}$

$L = 15\% \text{ del costo del combustible}$

Los precios de los combustibles varían permanentemente en el tiempo y según el lugar donde se adquiera, por lo tanto, se deben hacer los cálculos de costos en forma actualizada y de acuerdo con los precios del lugar donde se adquieran.

Mano de obra: La mayoría de las operaciones realizadas con maquinaria agrícola requieren la intervención de uno o dos operarios, por lo que el costo de operación debe incluir el costo de esta mano de obra.

Cuando se apliquen los métodos de estimación de costos, se deben emplear los salarios típicos de la zona de trabajo.

En resumen, los costos totales están dados por:

Costos fijos:

- Depreciación
- Interés de capital invertido
- Impuestos y seguros
- Almacenamiento y protección
- Reserva de protección.

Costos variables:

- Reparación y mantenimiento
- Combustibles y aceite.
- Lubricantes.
- Mano de obra

El cálculo de los costos de la maquinaria agrícola está dado por la suma de los costos fijos más los costos variables.

Con la información anterior se puede establecer:

- El valor de los rubros correspondientes a las labores mecanizables de la producción agrícola.
- Preparación de los suelos, aporques, cultivadas, siembras, abonamientos, control de plagas y enfermedades, etc.
- Deducir cuánto vale la preparación de una hectárea de terreno o cualquier extensión de terreno.
- Determinar cuánto se debe pagar por una hora de tractor en caso que sea necesario alquilar maquinaria.
- Si es más rentable, poseer maquinaria de planta o tomarla alquilada cuando sea necesario.

### PUNTO DE IGUALACIÓN

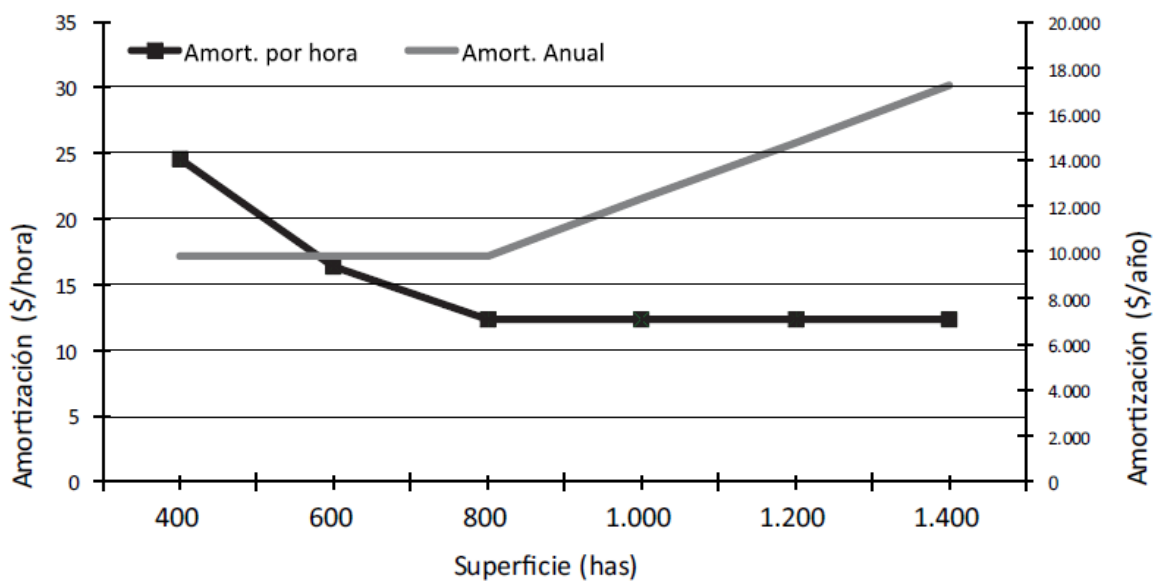


Figura 27: Gráfica de uso anual de maquinaria vs vida útil de la misma. Fuente: IDAE

### **4.3 Explicar el nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas**

Desde enero del 2016, fecha en la que inicié labores en la empresa IPESA S.A.C., distribuidor autorizado de John Deere en Perú, se contribuyó al desarrollo del área comercial agrícola en muchos aspectos; como por ejemplo:

- En el año 2016, como asistente técnico, se ayudó en la reestructuración organizacional del área comercial agrícola, pues hasta esa fecha no se contaba con representantes de ventas en cada zona del país y eso implicaba que cualquier miembro del equipo pudiera vender en cualquier zona, lo que ocasionaba desorden y rivalidad dentro del área. Entre las medidas que se tomaron, se me encargó zonificar los puntos de ventas para que cada vendedor tenga una zona de trabajo asignada. Esto se vió reflejado en un aumento en el número de ventas en el mediano plazo.
- En el año 2017 se me asignó como vendedor responsable del valle de Cañete. Los primeros meses fueron complicados debido a que primero se tuvo que conocer bien la zona de trabajo y a la par se debía entender la idiosincrasia del agricultor de la zona. Entre las medidas que se tomaron, se decidió organizar demostraciones de campo con los usuarios de la zona; lo que ayudó a que muchos agricultores conozcan la empresa y los nuevos modelos de tractores que teníamos por ofrecerles, pues una de las características de los agricultores de Cañete es que trabajan con maquinaria muy antigua y no acostumbran salir mucho de su zona de trabajo, por lo que un gran porcentaje de clientes conocía la marca John Deere pero no a la empresa IPESA.
- Antes de tener a cargo la zona de Cañete, el número de ventas anual de la empresa en esta área era de 3 tractores al año en promedio (tomando como referencia los 4 años anteriores al inicio de mis labores en dicha zona). Desde el año 2017 hasta la fecha, el promedio anual de tractores vendido en Cañete ascendió a 7, lo que indica que el número de unidades vendidas aumentó en más del 100%.
- Durante el primer año como vendedor Cañete no contaba con un punto de exhibición de equipos, lo que complicaba la gestión de venta, pues para que el cliente pueda ver el equipo debía viajar más de dos horas hasta la sucursal de Ate y muchas veces eso no se daba debido a la falta de tiempo para viajar durante la semana. Se explicó esta problemática a la empresa y se sugirió alquilar un local donde se pudiera exhibir los tractores e implementos. Finalmente, se aceptó la propuesta y los resultados fueron positivos, pues el número de ventas en la zona empezó a subir de manera constante.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Optimizar el consumo de combustible es un criterio fundamental para sacar el máximo rendimiento al tractor.
- Conocer y entender las funciones y/o labores que realizará el tractor es un criterio básico para la elección correcta del mismo.
- La selección correcta de maquinaria agrícola puede significarle al agricultor un aumento en su producción, una reducción de gastos de operación y, por ende, un aumento en sus ganancias.
- Entre los elementos que inciden en la optimización de la maquinaria agrícola para los agricultores de Cañete , podemos mencionar que un lastrado adecuado del tractor nos significará un ahorro importante de combustible y un mejor desempeño del equipo en sus trabajos de campo.
- La elección adecuada de neumáticos nos ayudará a evitar la compactación del suelo, el patinamiento del tractor y un desgaste prematuro de las llantas. Finalmente, todos estos factores influyen en la disminución del consumo de combustible.
- Realizar los mantenimientos preventivos de manera oportuna ayudará al agricultor a optimizar el uso de su equipo.
- Realizar capacitaciones técnicas periódicamente a los operarios de la máquina es una alternativa que permitirá mejorar su rendimiento.
- Utilizar los filtros y lubricantes según las recomendaciones del fabricante es una propuesta que mejorará el rendimiento económico del tractor.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda al agricultor asesorarse por especialistas en maquinaria agrícola para así elegir el tractor adecuado según el trabajo a realizar.
- Se sugiere utilizar implemento apropiados y en buen estado, regulados correctamente con el tractor.
- Se recomienda elegir los neumáticos adecuados según las operaciones a realizar y lastrar el tractor en función de dichas operaciones.
- Se sugiere utilizar adecuadamente los dispositivos de control que dispone el tractor como la activación de la doble tracción o el uso de la traba diferencial.
- Se recomienda activar la toma de fuerza económica para trabajos ligeros, esto debe hacerse cuando la máquina que se accionará con el tractor demanda poca potencia.
- Se recomienda evitar realizar operaciones en condiciones desfavorables de suelo, clima o cultivo, pues ello implicará disminuir el rendimiento del trabajo.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agro Técnica. Ahorro de combustible. Marquez, L. España. ByH editores. p. 17-19.

IDAE (Instituto Para La Diversificación y Ahorro de la energía, ES). 2005. Ahorro De Combustible En Tractor Agrícola. Disponible en [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10255\\_Ahorro\\_combustible\\_tractor\\_agricola\\_05\\_a026b813.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10255_Ahorro_combustible_tractor_agricola_05_a026b813.pdf)

Infoagro. 2015. PARÁMETROS DE COMPARACIÓN DE TRACTORES AGRÍCOLAS ENGOMADOS. Disponible en [https://www.infoagro.com/documentos/que\\_tractor\\_elegir\\_\\_parametros\\_comparacion\\_tractores\\_agricolas\\_engomados\\_\\_parte\\_i\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/que_tractor_elegir__parametros_comparacion_tractores_agricolas_engomados__parte_i_.asp)

Inostroza F, J; Méndez L, P; Ríos A, P. 2011. Manual de campo Uso de Equipos Pulverizadores. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN. J, Riveros F; L, Avendaño F. Temuco, Chile. Rakota. p. 5, 9.

MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA. 2007. Selección de máquinas e implementos agrícolas. Disponible en <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3535/1/maquinaria%20y%20mecanizacion%20agricola.pdf>

Polanco Puerta, MD. 2007. MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA. LA LABRANZA Y SUS CLASES. Colombia. s.e. p. 19,27-31.

Sierra, J. G. 2006. CONSEJOS DE MANTENIMIENTO: Regulación De Los Distintos Elementos De Un Tractor. Madrid. p.38-39.

TITAN. 2000. USO DEL LASTRE. Disponible en <http://www.titanlat.com/es/neumaticos-agricolas/cuidando-neumaticos/uso-lastre/index.aspx>

TRACTORES Y MAQUINAS. 2018. Lastrado: tipos, ventajas y desventajas, ¿Debemos Lastrar los Neumáticos? Disponible en <http://www.tractoresymaquinas.com/lastrado-neumaticos-agricolas/>