

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ADAPTACION DE TRACTORES AGRICOLAS PARA TRABAJOS  
ESPECIFICOS DE ARRASTRE, FUMIGACIÓN Y TRASLADO  
PARA ICA Y HUARAL”**

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

**JORGE AUGUSTO OLIVERA MANCO**

LIMA – PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“ADAPTACION DE TRACTORES AGRICOLAS PARA TRABAJOS  
ESPECIFICOS DE ARRASTRE, FUMIGACIÓN Y TRASLADO PARA  
ICA Y HUARAL”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. JORGE AUGUSTO OLIVERA MANCO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. ISSAAK RAFAEL VÁSQUEZ ROMERO  
Presidente

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO  
Asesor

Mag. ALEXIS ENRIQUE RUBIO VALLE  
Miembro

Mg. Sc. LUIS RAMÓN RÁZURI RAMÍREZ  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## **DEDICATORIA**

A mi Madre, por su infinito amor y apoyo incondicional

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero Agradecimiento

A mis Hermanas Rosa Isabel, Rosa Amparo, Emilia y Julio por su constante aliento y paciencia.

A Dr. Fredy Omis Cáceres Guerrero por su seguimiento y orientación en el presente trabajo monográfico-

## ÍNDICE GENERAL

|  |          |
|--|----------|
| <b>I. PRESENTACIÓN .....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1. Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con campos temáticos de la carrera profesional .....                     | 1        |
| 1.1.1. Asistente Técnico – Zona Sur .....  | 2        |
| 1.1.2. Representante de venta – Ica .....  | 2        |
| 1.1.3. Coordinador de ventas Sur .....   | 2        |
| 1.2. Describir los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio.....                          | 3        |
| <b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>5</b> |
| <b>III. OBJETIVOS .....</b>  | <b>6</b> |
| 3.1. Objetivo general .....  | 6        |
| 3.2. Objetivos específicos.....  | 6        |
| <b>IV. CUERPO DEL TRABAJO .....</b>  | <b>7</b> |
| 4.1. Primer caso: Aumento del despeje de dos tractores agrícolas.....  | 7        |
| 4.1.1. Tractores de alto despeje .....   | 7        |
| 4.1.2. Aplicaciones fitosanitarias .....   | 12       |
| 4.1.3. Problemática - Escasez en la oferta de tractores especializados para aplicaciones fitosanitarias en el cultivo de esparrago ..... | 17       |
| 4.1.4. Contribución: Elevación de tractores para aumentar su despeje .....   | 19       |
| 4.1.5. Comparación .....   | 29       |
| 4.1.6. Comentarios .....   | 29       |
| 4.1.7. Beneficio .....   | 29       |
| 4.2. Segundo caso: Configuración del tractor para transporte de materiales para fundición.....   | 30       |
| 4.2.1. Remolques.....  | 30       |
| 4.2.2. Tracción.....   | 32       |
| 4.2.3. Lastrado.....   | 34       |
| 4.2.4. Trocha.....   | 36       |
| 4.2.5. Problemática: Transportar 30 toneladas de material para fundición.....  | 36       |
| 4.2.6. Contribución: Configurar el tractor 5075E DT Rops.....  | 37       |
| 4.2.7. Prueba realizada .....  | 42       |
| 4.2.8. Resultados obtenidos.....   | 44       |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.9. Beneficio: Conocer los límites del tractor, realizando trabajos no convencionales para su potencia .....                                    | 45        |
| 4.3. Tercer caso - Modificación de tractor para trabajar con pulverizadora en terrenos con pendiente pronunciada .....                             | 45        |
| 4.3.1. Rodadura, tracción y deslizamiento de tractores.....  | 46        |
| 4.3.2. Tracción vs compactación .....  | 46        |
| 4.3.3. Patinamiento del tractor .....  | 46        |
| 4.3.4. Rodadura simple.....  | 47        |
| 4.3.5. Rodadura con deslizamiento .....  | 47        |
| 4.3.6. Aplastamiento del terreno y formación de huellas.....   | 47        |
| 4.3.7. La anchura y la presión interna de los neumáticos agrícolas .....   | 47        |
| 4.3.8. Resistencia a la rodadura.....  | 48        |
| 4.3.9. Fuerza tangencial.....  | 49        |
| 4.3.10. Problemática: Tractor 5090EN presenta problemas de patinamiento trabajando con atomizadora en suelo arenosos y pendiente pronunciadas .... | 51        |
| 4.3.11. Prueba realizada .....   | 56        |
| 4.3.12. Resultados obtenidos.....  | 56        |
| 4.3.13. Comentarios .....  | 56        |
| 4.3.14. Beneficio: Brindar una nueva configuración de rodados duales.....  | 56        |
| 4.4. Cuarto Caso - Adaptación de acople para el transporte de picadora de forraje ....   | 57        |
| 4.4.1. Clasificación de máquinas agrícolas .....   | 57        |
| 4.4.2. Problemática: Picadora de forraje acoplada a un tractor no puede trasladarse por caminos muy angostos .....                                 | 59        |
| 4.4.3. Contribución: diseño un enganche de 3 punto con acople al tiro del tractor .....  | 60        |
| 4.4.4. Diseño de acople .....  | 62        |
| 4.4.5. Modelo de acople .....  | 63        |
| 4.4.6. Prueba.....   | 64        |
| 4.4.7. Beneficio: Transporte del tractor e implemento con mayor facilidad.....   | 64        |
| 4.4.8. Costo del Acople .....  | 65        |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>66</b> |
| 5.1. Conclusiones .....  | 66        |
| 5.2. Recomendaciones.....  | 66        |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>67</b> |
| <b>VII. ANEXOS.....</b>  | <b>69</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Descripción de neumáticos y aros de fabrica .....                          | 22 |
| Tabla 2: Descripción de neumáticos y aros configurados .....                        | 22 |
| Tabla 3: Costos a adaptación 5090EH.....  | 24 |
| Tabla 4: Costos de adaptación 506E TS a zancudo.....                                | 28 |
| Tabla 5: Comparaciones tractores modificados, tractor 5090EH vs tractor 5065E ..... | 29 |
| Tabla 6: Costos del acople.....   | 65 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Cultivo de esparrago Ica. Revista Red Agrícola noviembre 2017.....  | 7  |
| Figura 2: Tractor agrícola John Deere modelo 5090EH alto despeje. ....  | 8  |
| Figura 3: (A)Tractor agrícola John Deere modelo 5075E elevado a zancudo y (B) Tractor Zancudo John Deere modelo B año 1949 (B)..... | 9  |
| Figura 4: Tractor Zancudo marca Farmall modelo M año 1953. ....   | 10 |
| Figura 5: Tractor Zancudo marca Farmall modelo M año 1953. ....   | 11 |
| Figura 6: Tractor Zancudo marca Oliver modelo HG año 1950. ....   | 12 |
| Figura 7: Pulverizadora hidráulica acoplada al tractor. ....  | 14 |
| Figura 8: Atomizadora marca Gama modelo Olivar Plus/200. ....   | 15 |
| Figura 9: Azufradora marca Lerpain. ....  | 16 |
| Figura 10: Tractor semi zancudo marca Landini.....  | 18 |
| Figura 11: Tractor marca Massey Ferguson modelo 275 elevado a zancudo. ....   | 19 |
| Figura 12: Características técnicas tractor John Deere modelo 5090EH. ....  | 20 |
| Figura 13: Dimensiones del tractor John Deere modelo5090EH.....   | 21 |
| Figura 14: Diferencia de neumáticos y aros Tractor modelo 5090EH. ....  | 23 |
| Figura 15: Perno para restricción de movimiento de ruedas. ....   | 23 |
| Figura 16: Carga para tractores 5065E Ts. ....  | 25 |
| Figura 17: Características técnicas tractor modelo 5065E Ts. ....   | 26 |
| Figura 18: Procesos de adaptacion Tractor 5065E TS. ....  | 27 |
| Figura 19: Tractor John Deere 5065E TS elevado a zancudo. ....  | 28 |
| Figura 20: Tractor con tracción simple. ....  | 33 |
| Figura 21: Tractor con con doble tracción.....  | 34 |
| Figura 22: Lastre delanteros. ....  | 34 |
| Figura 23: Lastre posterior, (A) pesa, (B) perno. ....  | 35 |
| Figura 24: Lastre hidráulico en neumáticos. ....  | 35 |
| Figura 25: Características técnicas tractor 5075E DT rops.....  | 37 |
| Figura 26: Cargas para el tractor 5075E DT Rops.....  | 38 |
| Figura 27: Presión de inflado de neumáticos.....  | 38 |
| Figura 28: Contrapeso base y contrapesas.....   | 39 |
| Figura 29: Contrapeso base y contrapesas.....   | 39 |
| Figura 30: Contrapeso liquido. ....   | 40 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 31: Contrapeso liquido. ....                                    | 40 |
| Figura 32: Lastre Total. ....  | 40 |
| Figura 33: Contrapeso liquido. ....                                    | 41 |
| Figura 34: Posición de aros. ....                                      | 41 |
| Figura 35: Ancho de vía trasero de línea central a línea central. .... | 42 |
| Figura 36: Posición de aros. ....                                      | 42 |
| Figura 37: Remolque. ....  | 43 |
| Figura 38: Remolque acople a tractor John Deere Modelo 5075E. ....     | 43 |
| Figura 39: Remolque y tractor John Deere modelo 5075E. ....            | 44 |
| Figura 40: Tamaño de Neumáticos. ....                                  | 44 |
| Figura 41: Presión de inflado correcta neumáticos agrícolas. ....      | 48 |
| Figura 42: Ruedas Duales. ....   | 51 |
| Figura 43: Atollamiento tractor 5090EN. ....                           | 52 |
| Figura 44: Terreno con suelo arenosos y presencia de pendiente. ....   | 52 |
| Figura 45: Dimensiones Tractor 5090EN. ....                            | 53 |
| Figura 46: Características técnicas. ....                              | 54 |
| Figura 47: Características técnicas atomizadora Arbus 2000. ....       | 55 |
| Figura 48: Tractor ruedas duales – Rin Dual. ....                      | 55 |
| Figura 49: Tractor y picadora. ....                                    | 60 |
| Figura 50: Características Técnicas JF AT1600. ....                    | 61 |
| Figura 51: Características Técnicas JF AT1600. ....                    | 61 |
| Figura 52: Brazo JF AT1600. ....                                       | 62 |
| Figura 53: Brazo JF AT1600. ....                                       | 62 |
| Figura 54: Acople para picadora de forraje. ....                       | 63 |
| Figura 55: Acople instalado en la picadora de forraje JF AT1600. ....  | 63 |
| Figura 56: Traslado JF AT1600. ....                                    | 64 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: Plano 1. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE<br>(Vista Isometrica) ..... | 69 |
| Anexo 2: Plano 2. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE<br>(Vista Planta) .....     | 71 |
| Anexo 3: Plano 3. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE<br>(Plano de Detalles)..... | 73 |

## **I. PRESENTACIÓN**

El presente trabajo se desarrolló en la empresa IPESA S.A.C., empresa dedicada a la comercialización de equipos agrícolas, construcción, minería, soluciones viales y energía. IPESA S.A.C. es representante exclusivo de varias marcas reconocidas, dentro de las cuales destacan la marca John Deere y Wirgen Group; así mismo, cuenta con más de 18 sucursales a nivel nacional ubicadas en las principales regiones del país, su sede principal se encuentra localizada en Lima.

Las labores que se presentan y analizan en el presente trabajo se realizó en el área Comercial Agrícola, encargado de la comercialización de tractores agrícola e implementos, desde el año 2012 hasta la actualidad, desempeñando los cargos de asistente técnico, representante de ventas y coordinador de ventas.

A lo largo del tiempo, la empresa ha presentado diferentes problemas al momento de adaptar los tractores e implementos a la realidad de nuestro país. Estos obstáculos se han solucionado aplicando los conceptos aprendidos en el paso por la universidad y la experiencia ganada con el tiempo.

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

A lo largo del tiempo, la empresa ha contado con tres cargos diferentes en la línea funciones en el organigrama; asistente técnico (2013-2016), representante de ventas (2016-2018) y coordinador de ventas (2018 a la actualidad). A continuación, se detalla las funciones desempeñadas en cada cargo.

### **1.1.1. Asistente Técnico – Zona Sur**

Esta labor se realizó en la oficina principal de IPESA S.A.C en Lima, la gerencia sur se encargaba de gestionar las ventas en todo el sur del país, brindando soporte a los representantes de ventas quienes se encontraban en Cañete, Ayacucho, Arequipa, Puno y Cuzco.

Dentro de las responsabilidades se encontraba de la atención a clientes, control del stock de tractor e implementos, participación en procesos con el estado; realizando las propuestas técnicas y económicas, brindar soporte a los representantes de ventas (RR.VV.) tanto de tractores como implementos agrícolas, realizar el seguimiento al proceso de venta y seguimiento a los alistamientos de los equipos vendidos.

### **1.1.2. Representante de venta – Ica**

Esta labor se realizó en las oficinas dentro de la sucursal de Ica, la misma que recién iniciaba sus operaciones en esta región, la sucursal ubicado en el km 295 de la Panamericana Sur, en el distrito de Subtanjalla- Ica; se encuentra muy cerca de las grandes agroexportadoras. El área de acción de la sucursal comprende las provincias de Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca, tanto en la venta de equipos como para la venta de repuestos y servicios.

Durante este tiempo se realizaron las labores de atención al cliente, búsqueda de nuevos clientes y oportunidades de negocios, preparación de propuestas comerciales, entregas técnicas, capacitación a técnicos y operadores, así como, el apoyo a las áreas de repuestos y servicios.

### **1.1.3. Coordinador de ventas Sur**

En la actualidad, las labores se siguen desarrollando en el área comercial como coordinador de ventas- sur, el área de acción comprende los departamentos de Arequipa, Apurímac, Ica y Ayacucho. Dentro de las labores realizadas se encuentra el brindar soporte a los RR.VV. a cargo, la atención a clientes; tanto a personas naturales, empresas y entidades del estado. Además, siguiendo los procesos de venta desde el primer acercamiento del RR.VV. hasta concretar la venta y posterior entrega del equipo, atención a clientes vips, clientes apegados a la marca, seguimiento a los alistamientos de los equipos vendidos, así mismo, plantear estrategias para ingresar a nuevos mercados.

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

El rubro de la empresa IPESA S.A.C está directamente relacionado con la mecanización agrícola, brinda a los agricultores soluciones para mejorar las labores en campo, ofreciendo equipos acordes a la agricultura del país.

En la etapa universitaria se llevaron cursos como, motores y tractores, maquinaria agrícola, maquinaria para obras, maquinaria para desmonte y movimiento de tierras, maquinaria para siembra y mantenimiento de cultivo, mantenimiento de maquinaria y maquinaria para preparación de tierras, cursos que fueron muy importantes en el desarrollo de las labores en la empresa.

Estos cursos ayudaron a conocer las partes y el funcionamiento de un motor agrícola, así como, los diferentes sistemas que conforman un tractor como pueden ser sistema hidráulico, sistema de aire, sistema de inyección de combustible, sistema de enfriamiento, sistema eléctrico, entre otros. También, el de conocer las diferentes potencias que podríamos encontrar en un tractor como, potencia en el motor, potencia en el eje de la toma de fuerza, potencia en las ruedas, potencia en la barra de tiro. Otro concepto que se maneja es el lastre del tractor, aumento de peso al tractor, que puede ser lastre líquido o dinámico (llenar las llantas del tractor con agua) o también lastre mecánico o estático (aumentar contrapesas tanto en la parte delantera del tractor o en la parte posterior en ambas llantas).

Por el lado, sobre los implementos lo aprendido ayudó a reconocer las diferentes herramientas que se utilizan en las diferentes labores agrícolas, existen implementos para preparación de terrenos, siembra, mantenimiento de los cultivos, cosecha y postcosecha. No todos los cultivos se encuentran totalmente mecanizado, algunos agricultores solamente utilizan los tractores para la preparación de suelos, sin saber que son útiles en una serie de labores simplemente es necesario el implemento ideal para esa labor.

Todos los conocimientos adquiridos de mecanización agrícola, unidos a los conocimientos en otras materias brindaron las herramientas para el desenvolvimiento dentro de la empresa.

Un ejemplo de todo lo detallado es al momento de configurar y dimensionar los tractores e implementos para un cliente, acorde a sus necesidades, para poder realizar este trabajo necesitamos conocer la siguiente información de parte del cliente:

- i. Tipo de cultivo, (cultivos de pan llevar, cultivos agroexportadores, entre otros.)
- ii. Área de trabajo (número de hectáreas)
- iii. Tipo de suelo (texturas gruesas o finas)
- iv. Labor para realizar (preparación del terreno, siembra, mantenimiento del cultivo, cosecha, carreteo, entre otros),
- v. Ubicación de terreno (costa, sierra o selva)
- vi. Uso (personal o alquiler)

Toda esta información sirve para tener una idea de las condiciones en las que los equipos van a trabajar y así recomendar un tractor o implemento con las características que acorde a las necesidades del agricultor, para esto se necesita tener bien aprendido los conceptos básicos de la mecanización agrícola, así como, concepto relacionados a los cultivos y tipos de suelos.

## **II. INTRODUCCIÓN**

El sector agroindustrial en el Perú está creciendo cada día más, desde el año 2000 los productos agrícolas empezaron a hacerse conocido en el exterior, productos como el esparrago, uva, palta, mango y cítricos, aumentaron sus volúmenes de exportaciones, así como, los países de destino. Todo esto fue gracias a los tratados de libre comercio que firmó nuestro país y a la inversión en infraestructura de riego realizadas en las grandes irrigaciones, tanto en el sur como en el norte del país.

Los grandes proyectos de irrigación a lo largo de nuestra costa lograron aumentar el número de hectáreas de cultivo para la exportación. Junto con este crecimiento vinieron mucho los problemas específicamente al momento de instalar, mantener y producir los cultivos, muchas de las grandes agroexportadoras buscan las soluciones más simples, rápidas y de menor costo. Una del área que más sufre es el área de mecanización, la mayoría de los cultivos instalados no toman en cuenta los equipos agrícolas a utilizar a lo largo del ciclo del cultivo, realizando instalaciones en terrenos con suelos difíciles de manejar y topografías agrestes. Por otro lado, los escasos de equipos especializados obligan a los ingenieros a buscar nuevas soluciones realizando modificaciones a su tractores e implementos.

El presente trabajo da a conocer las diferentes soluciones dados los problemas presentados en campo. El hecho, de la búsqueda por adaptar los equipos agrícolas para labores específica (pulverización en cultivos altos, remolque de materiales para fundición y remolque de atomizadoras en terrenos complicados y desarrollo de acople para traslado de picadora), nos ha llevado a configurar y modificar los tractores para realizar estas labores.

Para ello, será necesario describir los conceptos básicos de las máquina, cultivos y topografía del terreno, para así, conocer los diferentes casos a los que nos enfrentamos. Además, se analizará el costo de estas adaptaciones y las ventajas frente a otras soluciones que existen en el mercado. Finalmente, con estos resultados se realizará el análisis correspondiente.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo general**

Evaluar la adaptación de los tractores agrícolas en trabajos específicos de arrastre, fumigación y traslado.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Considerar el aumento del despeje en dos tractores agrícolas para trabajos con pulverizadoras.
- Explicar la configuración del tractor modelo 5075E para remolque de materiales para fundición.
- Establecer el uso de neumáticos duales al tractor modelo 5090EN para mejorar la tracción del mismo.
- Sugerir y construir un acople para el transporte de una picadora de forrajes.



## IV. CUERPO DEL TRABAJO

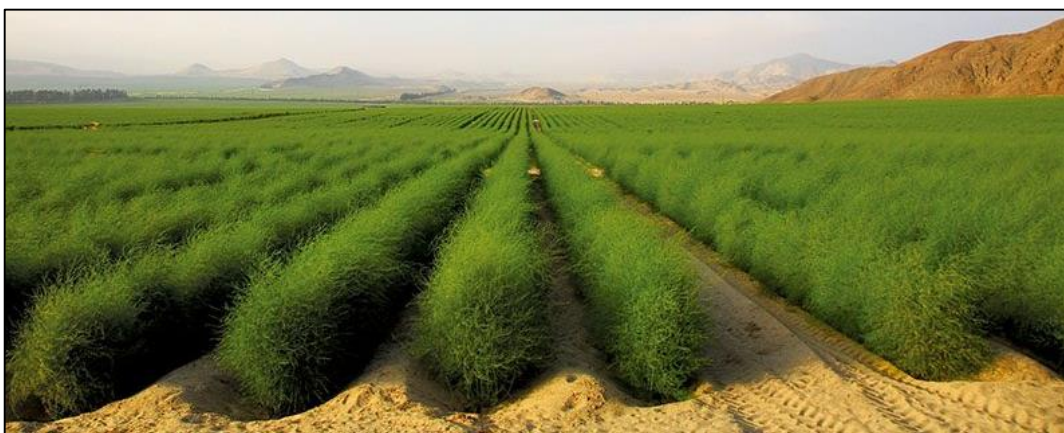
A continuación, se desarrollarán 4 casos de adaptaciones realizadas en taller para solucionar problemas encontrados en campo, estas adaptaciones son las siguientes:

- **Caso 1:** Aumento del despeje de dos tractores agrícolas.
- **Caso 2:** Configuración de tractor para remolcar materiales para fundición.
- **Caso 3:** Adaptar ruedas duales a tractor agrícola para trabajos en suelos complicados.
- **Caso 4:** Construir acople para traslado de picadora de forraje.

### 4.1. Primer caso: Aumento del despeje de dos tractores agrícolas

#### 4.1.1. Tractores de alto despeje

Los tractores agrícolas se utilizan para realizar distintas labores en los cultivos, dentro de las cuales se encuentran las labores realizadas para el mantenimiento de los cultivos, tales como, aplicación de abono, aporque, cultivado, aplicaciones fitosanitarias, etc. Estas labores se realizan cuando el cultivo se encuentra instalado y en pleno crecimiento. Mucho de estos cultivos, como el algodón, maíz, arándanos, esparrago, cuentan con una altura significativa que obliga a contar con un tractor de alto despeje acorde al cultivo. En la figura 1 se observa el cultivo de esparrago donde se puede visualizar la altura del mismo.



**Figura 1:** Cultivo de esparrago Ica. Revista Red Agrícola noviembre 2017.

FUENTE: <https://www.redagricola.com/cl/esparrago-en-el-dilema-de-las-oportunidades/>

Los tractores de alto despeje realizan labores cuando el cultivo se encuentra crecido. Son capaces de circular por encima de los cultivos causando el mínimo daño sobre el terreno y la plantación, el despeje va desde los 0.6 metros hasta los 1.5 metros a más. Así mismo, cuentan con el motor, la transmisión y el chasis elevado sobre una estructura sostenida por neumáticos, dichos neumáticos tienen la característica de ser estrechos para poder circular entre las hileras de los cultivos. En la figura 2 se visualiza una tractor marca John Deere de alto despeje.



**Figura 2: Tractor agrícola John Deere modelo 5090EH alto despeje.**

FUENTE: Tomado de John Deere, (2015). <https://www.deere.com/latin-america/es/tractores/tractores-utilitarios/5090eh/>

Dentro de los tractores de alto despeje se encuentran los denominados tractores zancudos, estos tractores son llamados así, como referencia a los insectos zancudos, son tractores con un despeje mayor a 1.5 metros como se observa en la figura 3 (A).



**Figura 3: (A) Tractor agrícola John Deere modelo 5075E elevado a zancudo y (B) Tractor Zancudo John Deere modelo B año 1949 (B).**

FUENTE: Tomado de Tractores y Máquinas Agrícolas (2020).

Uno de los primeros tractores de alto despeje fue desarrollado en Estados Unidos por la marca John Deere, en la figura 3 (B) se puede observar un tractor de la gama B, del mismo fabricante, un modelo tipo triciclo elevado a una altura de 1,7 metros sobre el suelo.

Si bien los primeros tractores de alto despeje fueron desarrollados por John Deere y usados en Norte América, existen diseños realizados por otras marcas las cuales mencionaremos a continuación:

- Farmall. - Diseño tipo triciclo los llamados modelos M, mucho más ágiles y versátiles que los primeros John Deere, en la figura 4 podemos apreciar el modelo M con particular color rojo de la marca.



**Figura 4: Tractor Zancudo marca Farmall modelo M año 1953.**

FUENTE: Tomado de: Tractores y Máquinas Agrícolas (2020). <https://www.tractoresymaquinas.com/tractores-zancudos/>

- Fiat. - Desarrollo un modelo enfocados en los viñedos italianos, en la figura 5 podemos apreciar el modelo desarrollado por la marca, este modelo utiliza una configuración diferente a sus antecesores al contar con 4 llantas en vez de 3.





**Figura 5: Tractor Zancudo marca Farmall modelo M año 1953.**

FUENTE: Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020). <https://www.tractoresymaquinas.com/tractores-zancudos/>

- Oliver. - Este fabricante desarrollo tractores de alto despeje de orugas, este diseño se adaptó en ancho y alto, también se reformaron las orugas reduciendo su ancho para pasar entre las líneas de sembrado, la figura 7 nos muestra un tractor muy diferentes a los anteriores modelos ya mencionados, este modelo cuenta con rodamientos de orugas , además podemos ver un despeje mucho menor a otros modelos.



**Figura 6: Tractor Zancudo marca Oliver modelo HG año 1950.**

FUENTE: Tomado de Tractores y Máquinas Agrícolas (2020). <https://www.tractoresymaquinas.com/tractores-zancudos/>

Luego de revisar las ventajas de los tractores de alto despeje, también se deben mencionar los inconvenientes. Estos tractores de gran altura tienen un centro de gravedad muy elevado, esto hace muy peligroso el trabajo en terrenos con pendientes pronunciadas, aumente el riesgo a vuelco, frente a un tractor tradicional, además, estos diseños de altos despejes tienen una difícil compatibilidad con la doble tracción y una mayor adherencia al terreno, muy necesaria para trabajar en terrenos difíciles. Actualmente en el mercado peruano la oferta de este tipo de tractores es reducida, marcas como John Deere, Landini y Valtra son las más comercializadas.

#### **4.1.2. Aplicaciones fitosanitarias**

Según la Ingeniera agrónoma; Pilar Otero Sancho, en su artículo “Maquinaria para aplicación de fitosanitarios”, los productos fitosanitarios pueden estar en estado sólido, líquido o gaseoso, siendo el estado líquido el más empleado gracias a su facilidad de aplicación y manipulación.

Por ello, según el estado del producto la maquinaria para aplicación de fitosanitarios se clasifica en:

i. Pulverizadores (Distribución del producto de forma líquida)

Según Otero (2019) los pulverizadores son las máquinas encargadas de aplicar el producto fitosanitario en forma líquida. Entre la maquinaria para aplicación de fitosanitarios más utilizada se encuentran estas mismas. Por lo general, disponen de un depósito en cuyo interior se encuentra el producto y el agua mezclados por unos agitadores. Además, disponen de una pequeña bomba que impulsa el producto hacia las boquillas. Estas boquillas son las encargadas de aplicar el producto en forma de gotas.

Existen diferentes tipos de pulverizadores, entre los que destacan: hidráulicos, hidroneumáticos, neumáticos y centrífugos.

- Pulverizadores hidráulicos: Los pulverizadores hidráulicos son aquellos en los que una bomba impulsa el producto a una presión concreta en pequeñas gotas. Pueden ser manuales, autopulsados o estar acoplados a un tractor. Es muy importante que la dosis sea constante y que el producto se reparta de manera homogénea. Suelen emplearse en los cultivos herbáceos de pequeño tamaño.

Algunos elementos importantes que forman parte de los pulverizadores hidráulicos son: el hidrocargador, el bastidor, los elementos de transmisión de potencia, el depósito, el filtro, la bomba, el sistema de regulación, el distribuidor, el manómetro, las barras porta-boquillas y las boquillas. En la figura 7 se observa una pulverizadora suspendida, acoplada al enganche de 3 puntos del tractor, este implemento utiliza un aguilón para realizar la aplicación.





**Figura 7: Pulverizadora hidráulica acoplada al tractor.**

FUENTE: Tomado de Tractores y Máquinas Agrícolas (2020).

<https://www.tractoresymaquinas.com/maquinaria-para-aplicacion-de-fitosanitarios/>

- Pulverizadores hidroneumáticos: Los pulverizadores hidráulicos son aquellos en los que una bomba impulsa el producto a una Los pulverizadores hidroneumáticos o atomizadores expulsan pequeñas gotas del producto, similares a una llovizna. Gracias a una corriente de aire, distribuyen el producto hasta los cultivos. Este tipo de pulverizadores se utilizan principalmente en las plantaciones de árboles frutales. Las gotas pueden alcanzar distancias mayores que en el caso anterior, pero se debe regular muy bien la corriente de aire para evitar daños en las plantas.

Los elementos más importantes que constituyen los pulverizadores hidroneumáticos son: una hélice, una cubierta, un deflector, una rejilla protectora, un multiplicador, un sistema de detección de árboles, un arco porta-boquillas y unas boquillas. En la figura 8 se observa una atomizadora de arrastre marca Gama de fabricación española.





**Figura 8: Atomizadora marca Gama modelo Olivar Plus/200.**

FUENTE: Tomados de Gama espacios verdes 2020. <https://gamaespaciosverdes.com/es/>

- Pulverizadores neumáticos: Ellos se conocen como nebulizadores. Los pulverizadores neumáticos producen gotas más pequeñas que en los casos anteriores. Además, estas máquinas pueden ser manuales o acoplados a un tractor.
  - Pulverizadores centrifugas: En el caso de los pulverizadores centrífugos, las gotas del producto se forman gracias a un disco dentado que gira a gran velocidad. El producto entra en el disco y sale, debido a la fuerza centrífuga, expulsado al exterior en forma de gotas de pequeño tamaño. Por lo tanto, cuanto mayor sea la velocidad del disco, menor será el tamaño de la gota y la dosis. Debido a este tipo de pulverizadores se ahorra mucho producto y la uniformidad es buena. Además, pueden ser manuales o acoplados al tractor.
- ii. Espolvoreadores (Distribución del producto de forma sólida)
- Por el contrario, si se dispone de un producto sólido se utilizará los espolvoreadores para su aplicación. Se puede, encontrar este tipo de máquinas en tamaño manual (tipo mochila) o de tracción mecánica.

Las espolvoreadoras están formados por los siguientes elementos: un enganche a tres puntos, un eje de accionamiento, un multiplicador de revoluciones, un ventilador, un envolvente, un agitador, una palanca reguladora y un depósito.

Se debe poner especial atención al viento, evitando tratar cuando el viento es fuerte, la figura 9 nos muestra una azufradora de la marca Lerpain de acople a los 3 puntos del tractor.



**Figura 9: Adufradora marca Lerpain.**

FUENTE: Tomado de Lerpain pulverizadores 2020 <https://www.lerpain.cl/azufradora-neumatica-100-200-kg/>

iii. Fumigadores (Distribución del producto en estado gaseoso)

Los fumigadores se emplean para aplicar productos en estado gaseoso. Es fundamental protegerse bien cuando se utilice este tipo de productos para evitar problemas de salud posteriores. Por ello, dependiendo del equipo utilizado se deberá usar más o menos protecciones. Por ejemplo, en el caso de la fumigadora de espalda no se puede olvidar colocarse la mascarilla, de esta manera se evitará respirar el producto.

#### **4.1.3. Problemática - Escasez en la oferta de tractores especializados para aplicaciones fitosanitarias en el cultivo de esparrago**

El cultivo de esparrago es uno de los primeros cultivos agroexportadores que se desarrollaron en el valle de Ica, su producción se inició en el año 1986 gracias a la asociación de agricultores de Ica, quienes buscaban sustituir sus cultivos tradicionales por cultivos de exportación, ellos vieron en el esparrago una gran oportunidad, dado a su adaptabilidad, y buen precio en el mercado. El Perú se convirtió en el líder mundial del mercado de esparrago en el 2003, y para el 2019 Perú logro un total de 130,000 toneladas exportadas.

El rendimiento óptimo del cultivo de esparrago es de 10 toneladas por hectárea; cultivo ya instalado en campo con más de 3 años de vida. Para lograr los mejores rendimientos se necesita llevar un buen manejo del campo, dentro de estas labores los tractores agrícolas cumplen un papel primordial, desde la preparación del terreno, trasplante de plantines, mantenimiento del cultivo y cosecha. Además unas de las labores más recurrentes e importantes en el cultivo de esparrago es la fumigación, debido a que la mayoría de las aplicaciones se realizan cuando el cultivo se encuentra en su máxima altura; 1.5 metros. Así mismo, se utilizan tractores adaptados para alcanzar un despeje entre 0.8 y 1.5 metros.

Actualmente, las labores de pulverización en el cultivo de esparrago se dificulta debido a su altura, por esta razón para realizar las labores de aplicaciones fitosanitarias se necesita contar con tractores de alto despeje. En el mercado peruano existe una escasa oferta de estos tractores, además los tractores importados de fabrica cuenta con un despeje entre 60 y 70 cm, muy por debajo de lo que se necesita para el cultivo en estudio.

Para solucionar la falta de estos equipos, por mucho tiempo los agricultores han utilizados tractores modificados localmente, estas modificaciones hacen que los tractores alcancen un despeje por encima de los 1.5 metros. Además, estos tractores son llamados zancudos. En la figura 10 se observa un tractor semi zancudo de la marca Landini.



**Figura 10: Tractor semi zancudo marca Landini.**

- **Características de los tractores de alto despeje modificado localmente**

Los tractores modificados localmente a “zancudos”; por lo general son equipos que cuentan con muchas horas de trabajo que puede ser entre 15000 a 20000 horas; se podría llamar “tractores viejos”. Además, se utilizan estos tractores porque que no se necesita mucha potencia ni torque, ya que, los implementos que se acoplaran estos equipos serian pulverizadoras y espolvoreadoras. Así mismo, el costo por el equipo y la modificación son muy bajos en comparación con equipos nuevo y pulverizadoras autopropulsadas.

Si bien el costo para modificar este tipo de tractores es muy bajo, al ser un equipo con un número de horas de trabajo elevada, pueden presentar problemas propios de su antigüedad, los mismos que se presentan al momento de realizar los trabajos en campo, ocasionando muchas paradas del equipo por reparaciones, perdiendo disponibilidad mecánica muy necesaria para los agricultores, tener una maquina parada ocasiona pérdidas de tiempo y dinero. En la figura 11 se observa un tractor modificado a zancudo, podemos ver la antigüedad del mismo.





**Figura 11: Tractor marca Massey Ferguson modelo 275 elevado a zancudo.**

Para suplir la falta de oferta de tractores de alto despeje, se analizaron adaptaciones a 2 tractores nuevos marca JD modelo 5090EH DT Rops y 5065E DT Rops. A continuación, se detalla las adaptaciones realizadas.

#### **4.1.4. Contribución: Elevación de tractores para aumentar su despeje**

- **Tractor John Deere modelo 5090EH doble tracción**

El tractor JD modelo 5090EH cuenta con las siguientes especificaciones, como se visualiza en la Figura 12 y Figura 13.

|  |  |
|--|--|
| <b>5090EH</b>  |  |
| <b>MOTOR</b>   |  |
| Tipo   | 4045TP073  |
| Aspiración   | Turboalimentado  |
| Potencia del motor a 2400 r/min <sup>3</sup>                         | 68.6 kW (92 HP)  |
| Potencia de la TDF a 2400 r/min <sup>5</sup>                         | 64.3 kW (86.3 HP)  |
| Par máximo   | 355 N·m <sup>2</sup>   |
| Cilindros  | 4  |
| Diámetro   | 106.5 mm (4.19 in)   |
| Carrera  | 127 mm (5.00 in)   |
| Caudal   | 4.5 l (276 in <sup>3</sup> )   |
| Relación de compresión   | 17.0 : 1   |
| <b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</b>                                       |  |
| Tipo   | Bomba de inyección de tipo distribuidor  |
| <b>TRANSMISIÓN</b>   |  |
| Opcional   | Transmisión PowrReverser™ de 12/12 con enganche mecánico, TDF electrohidráulica (1 velocidad o cambiable 540/540E) |
| <b>FRENOS</b>  |  |
| Tipo   | Discos en baño de aceite de accionamiento  |
| <b>Toma de fuerza</b>  |  |
| Tipo (opcional)  | 540E r/min, completamente independiente  |
| Régimen del motor para TDF (540 r/min)                               | 2400 r/min   |
| Régimen del motor, TDF (540E r/min) (opcional)                       | 1700 r/min   |
| <b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>  |  |
| Caudal   |  |
| Dirección  | 24.9 l/min   |
| Apero  | 60.2 l/min   |
| Sistema de la dirección  | Potencia hidrostática  |
| <b>ENGANCHE DE TRES PUNTOS</b>                                       |  |
| Categoría  | I y II   |
| Detección  | Brazo extremo  |
| Puntal de arado  | Brazos de tiro fijos con bolas intercambiables   |
| Opcional   | Brazos de tiro telescópicos con bolas  |
| Capacidad de elevación en puntos de enganche                         | 1972.3 kgf   |
| Capacidad de levante a 610 mm (24") detrás de las bolas del enganche | 1398.3 kgf   |
| <b>CAPACIDADES</b>   |  |
| Depósito de combustible (plataforma de conducción abierta)           | 95 l (25 gal)  |
| Sistema de refrigeración   | 10.8 l   |
| Cárter (filtro incluido)   | 8.5 l  |
| Transmisión/sistema hidráulico                                       |  |
| Transmisión PowrReverser™ 12/12                                      | 43.5 l (11.5 gal)  |
| Tracción delantera mecánica (TDM)                                    |  |
| Cubos de las ruedas  | 0.6 l  |
| Carcasa del eje  | 5 l  |
| Eje trasero  |  |
| Eje para cultivos altos  | 17 l   |
| Eje para cultivos altos con espaciador                               | 20 l   |

**Figura 12: Características técnicas tractor John Deere modelo 5090EH.**

FUENTE: Tomado de: Pagina John Deere (2020). [http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342\\_19/toc.html](http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342_19/toc.html)

| Dimensiones de la máquina — Tractores con plataforma de conducción abierta           |           |
|--|-----------|
|    |           |
| P13949-UN-19JAN06  |           |
| <b>NEUMÁTICOS ESTÁNDAR</b>   |           |
| Delantero  | 13.6 x 38 |
| Trasero  | 13.6 x 38 |
| <b>A - DISTANCIA ENTRE EJES ESTÁNDAR</b>   | 2179 mm   |
| <b>B - LONGITUD TOTAL</b>  |           |
| Incluyendo tensores de tiro  | 3586 mm   |
| <b>C - ANCHO TOTAL (borde exterior de los neumáticos)</b>                            |           |
| Ajuste del ancho de vía:   | 2466 mm   |
| <b>D - ALTURA HASTA LA PARTE SUPERIOR DEL CAPÓ</b>                                   | 2012 mm   |
| <b>E - ALTURA HASTA LA PARTE SUPERIOR DEL VOLANTE</b>                                | 2315 mm   |
| <b>F - ALTURA HASTA LA PARTE SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA PROTECTORA CONTRA VUELCOS</b> | 2899 mm   |
| <b>G - ALTURA LIBRE PARA COSECHA, EJE DELANTERO</b>                                  | 649 mm    |
| <b>PESO DE EMBARQUE APROXIMADO</b>   |           |
| Con equipamiento estándar  | 3235 kg   |

**Figura 13: Dimensiones del tractor John Deere modelo 5090EH.**

FUENTE: Tomado de: Pagina John Deere (2020).

[http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342\\_19/toc.html](http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342_19/toc.html)

#### a. Adaptaciones realizadas

En este tractor, la adaptación más importante que se realizó fue el cambio de los 4 neumáticos y aros, los cuales fueron nuevos y aros de un mayor diámetro, para estos se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Relación de transmisión: Se refiere a un punto muy importante a tomar en cuenta, pues es la relación del giro de los neumáticos posteriores con el giro de los neumáticos delanteros, si esta relación no se cumple, podríamos tener problemas mecánicos en la transmisión.
- Radio de giro: Se refiere que al tener un diámetro mayor de aro y neumáticos el radio de giro del tractor aumenta, para los giros en cabeceras tendría que tener un espacio más amplio.

- Centro de gravedad del tractor: Al incrementar la altura del tractor su centro de gravedad se eleva, esto vuelve al tractor más inestable, si se hace una mala maniobra podemos sufrir volcaduras.
- i. Cambio de neumáticos y aros
- Como se muestra en la tabla 1 el juego de neumáticos y aros configurados de fabrica para el tractor 5090EH es el siguiente:

**Tabla 1: Descripción de neumáticos y aros de fabrica**

| <b>Neumáticos</b> | <b>Descripción</b> |
|-------------------|--------------------|
| Delanteros        | 13.6 x 38          |
| Posteriores       | 13.6 x 38          |

*Nota.* (13.6 como ancho del neumático en pulgadas y 38 diámetro del aro en pulgadas)

Los neumáticos y aros seleccionados para el cambio fueron los siguientes:

**Tabla 2: Descripción de neumáticos y aros configurados**

| <b>Neumáticos</b> | <b>Descripción</b> |
|-------------------|--------------------|
| Delanteros        | 11.2 x 54          |
| Posteriores       | 11.2 x 54          |

*Nota.* (11.2 como ancho del neumático en pulgadas y 54 diámetro del aro en pulgadas)

En la Figura 14 se aprecia la diferencia entre los nuevos neumáticos y los anteriores, tanto en altura, ancho y tipo de cocada.





**Figura 14:** Diferencia de neumáticos y aros Tractor modelo 5090EH.

Luego de realizada la instalación de los 4 neumáticos se procedió a modificar la altura de los guardabarros y se añadió un escalón más a la escalera de acceso a la cabina.

Por otro lado, se cambió el perno que restringe el movimiento horizontal de los neumáticos delanteros, como se observa en la Figura 15.



**Figura 15:** Perno para restricción de movimiento de ruedas.

En esta última figura, el lado se puede observar el perno que restringe el movimiento de los neumáticos, este perno viene de fábrica. En el lado izquierdo podemos apreciar el nuevo perno ya instalado, este perno es mucho más largo, la razón de este cambio es que los neumáticos al ser de mayor diámetro pueden rozar con algunos componentes del tractor al momento de girar el tractor a la derecha o izquierda.

#### **b. Resultados Obtenidos**

- Aumento de despeje del tractor de 64.9 cm a 85 cm (altura medida en el centro del eje delanteros), si bien no es un despeje óptimo al estar muy por debajo de la altura máxima del cultivo de espárrago, el tractor se desenvuelve muy bien en las primeras etapas de crecimiento del cultivo y cuando llega a su máxima altura el tractor no produce daños considerables al mismo.
- Tractor con doble tracción operativa, el cambio de neumáticos y aros no afectó la TDM (tracción delantera mecánica), la misma que trabaja sin problemas, contar con un tractor de doble tracción es muy útil debido a que los suelos que se tienen en el valle Ica son en su mayoría arenosos.
- Potencia óptima para trabajar con pulverizadoras de 800 litros.
- Para contrarrestar el cambio de centro de gravedad del tractor, se realizó el lastre del tractor con 6 pesas delanteras y agua en los neumáticos.

#### **c. Costos**

**Tabla 3: Costos a adaptación 5090EH**

|                     | <b>Dólares</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Total</b>       |
|---------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| <b>Mano de obra</b> | \$29.50        | 40              | \$1,180.00         |
| <b>Neumáticos</b>   | \$672.06       | 4               | \$2,688.24         |
| <b>Aros</b>         | \$2,200.00     | 4               | \$8,800.00         |
| <b>Tractor</b>      | \$67,000.00    | 1               | \$67,000.00        |
|                     |                | <b>Total</b>    | <b>\$79,668.24</b> |

- **Tractor John Deere modelo 5065E Tracción Simple**

El tractor JD modelo 5065E TS rops cuenta con las siguientes especificaciones, como se visualiza en la Figura 16 y Figura 17.

| <b>Carga Para Tractores</b>                   | <b>5065E</b>            |      |
|---|-------------------------|------|
| Dispositivo de acoplamiento                   | Barra de tiro 4x4       |      |
| Carga vertical máxima (N)                     | 950                     |      |
| Masa remolcable (kg)                          | Sin freno               | 2800 |
|   | Con freno independiente | 4000 |
|   | Con freno de inercia    | 8000 |
|   | Con freno asistido      | 8000 |
| Combinación de masa de tractor + remolque 4x4 | 12200                   |      |

**Figura 16: Carga para tractores 5065E Ts.**

FUENTE: Tomado de: Página John Deere (2020).

[http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869\\_63/?tM=HO](http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869_63/?tM=HO)

| <b>Modelo de tractor</b>   | <b>5065E</b>   |
|--|--|
| <b>Motor</b>   |  |
| Modelo de motor  | 3029 H   |
| Potencia bruta al volante de inercia a r/min nominal, SAE J1349, hp.                     | 65   |
| <b>Plataforma de conducción abierta aislada</b>  |  |
| CV de la TDF @ r/min nominal, CV (PR 12x12 - Puesto de conducción abierto independiente) | 46   |
| R/MIN nominales del motor  | 2400   |
| Par nominal del motor  | 230 NM a 1800 r/min                                  |
| N.º de cilindros   | 3  |
| Cilindrada, litros   | 2.9  |
| Relación de compresión   | 19.0:1   |
| Aspiración   | Turboalimentado                                      |
| Combustión   | Inyección directa                                    |
| Bomba de inyección de combustible  | Rotativa   |
| <b>Transmisión</b>   |  |
| Tipo de embrague   | Doble  |
| Material del plato del embrague de tracción  | Cerametal  |
| Freno de servicio  | Freno de discos en baño de aceite y de accionamiento |
| Material de la placa del embrague de la TDF  | Cerametal  |
| Número de velocidades (transmisión SyncShuttle)  | 9 marchas de avance<br>3 marchas de retroceso        |
| TDF - Estándar   | 540 @ 2400 r/min del motor                           |
| TDF-Eco  | 540E @ 1705 r/min del motor                          |
| Bloqueo del diferencial  | Estándar, accionado por pedal                        |
| <b>Hidráulica</b>  |  |
| <b>Bomba</b>   |  |
| Simple o tándem  | Tándem   |
| <b>Sistema hidráulico</b>  |  |
| Dirección  | 25.7 l/min (6.8 gpm)                                 |
| Apero  | 43.1 l/min. (11.4 gpm)                               |
| <b>Enganches</b>   |  |
| Varillaje de 3 puntos, Cat   | Cat I y II   |
| Capacidad de levante en puntos de enganche   | 1800@rótula de enganche                              |
| Capacidad de levante a 610 mm (24") detrás de las bolas del enganche, kg                 | 1448   |
| Atrás - acople de remolque   | Barra de tiro oscilante con horquilla.               |
| <b>Bastidor</b>  |  |
| <b>Ruedas y neumáticos</b>   |  |
| Tracción delantera mecánica (TDM)  | En modelo básico                                     |
| Medida de neumáticos traseros  | 16.9 R28   |
| Medida de neumáticos delanteros  | 7.5 R16  |
| <b>Radio de giro (eje DANA)</b>  |  |
| Radio de giro con frenos, mm   | 3940 mm  |
| Radio de giro sin frenos, mm   | 4650 mm  |
| <b>Sistema eléctrico</b>   |  |
| <b>Para plataforma de conducción abierta independiente</b>                               |  |
| Tensión de la batería  | 12 V   |
| Corriente de arranque en frío de la batería  | 622 CCA  |
| Amperaje   | 64 Ah  |
| Alternador   | 70 A   |
| <b>Capacidades (L)</b>   |  |
| Cárter del motor   | 8.5  |
| Transmisión (SyncShuttle)  | 38   |
| Sistema de refrigeración   | 9.5  |
| <b>DIMENSIONES</b>   |  |
| Longitud total de tracción delantera – TDM   | 2050 mm  |
| Largo total – TDM  | 3774 mm  |
| Suelo a parte superior de cabina   | 2716 ± 15 mm   |
| Línea central del puente trasero a parte superior de cabina                              | 1760 mm  |

**Figura 17: Características técnicas tractor modelo 5065E Ts.**

FUENTE: Tomado de: Página John Deere (2020).

[http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869\\_63/?tM=HO](http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869_63/?tM=HO)

**a. Adaptaciones realizadas**

En el tractor JD modelo 5065E TS Rops, se elevó su estructura mediante la instalación de brazos de rueda más largos en el tren delantero y brazos de transmisión (piñones y cadenas) en el tren posterior, toda esta estructura esta sujeta mediante barras estabilizadoras una delantera y dos laterales, en la Figura 18 se puede apreciar mejor lo detallado.



**Figura 18: Procesos de adaptacion Tractor 5065E TS.**

Como se ve en la Figura 19 se están utilizando los mismos neumáticos con los que viene configurado el tractor de fábrica, por otro lado, se agregaron 2 escalones más a la escalera de acceso a la cabina.



**Figura 19: Tractor John Deere 5065E TS elevado a zancudo.**

**b. Resultados obtenidos**

- Aumento del despeje del tractor de 0.45 metros a 1.5 metros, este despeje es ideal para el trabajo en el cultivo de esparrago.
- El tractor solo cuenta con tracción posterior, tener en cuenta que todos los tractores elevados locamente no cuentan con doble tracción.
- Potencia óptima para trabajar con pulverizadoras de 400 a 600 litros.
- Para contrarrestar el cambio de centro de gravedad del tractor, se realizó el lastre del tractor con 8 pesas delanteras y agua en los neumáticos al 75%.
- Para finalizar, toda la estructura instalada en el tractor se puede retirar y volver a tener el equipo normal.

**c. Costo**

**Tabla 4: Costos de adaptación 506E TS a zancudo**

|                     | <b>Dólares</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Total</b>       |
|---------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| <b>Materiales</b>   | \$3,186.00     | 1               | \$3,186.00         |
| <b>Mano de obra</b> | \$7,434.00     | 1               | \$7,434.00         |
| <b>Tractor</b>      | \$32,000.00    | 1               | \$32,000.00        |
|                     |                | <b>Total</b>    | <b>\$42,620.00</b> |



#### 4.1.5. Comparación

En la Tabla 5 se observa la comparación entre de ambos tractores.

**Tabla 5: Comparaciones tractores modificados, tractor 5090EH vs tractor 5065E**

|                    | 5065E ts rops               | 5090EH dt rops                          |
|--------------------|-----------------------------|---|
| <b>Estado</b>      | Nuevo                       | Nuevo                                   |
| <b>Potencia</b>    | 65 hp                       | 92 hp                                   |
| <b>Motor</b>       | 3029H                       | 4045T                                   |
| <b>Tdm</b>         | No                          | Si                                      |
| <b>Ancho total</b> | 2 m                         | 2.4 m                                   |
| <b>Altura</b>      | 1.5 m                       | 0.85 m                                  |
| <b>Garantía</b>    | Garantía solo para el motor | Garantía para el motor y la transmisión |
| <b>Costo</b>       | \$42,620.00                 | \$79,668.24                             |

#### 4.1.6. Comentarios

Las principales ventajas del tractor 5090EH frente al tractor 5065E serían las siguientes

- Mayor potencia, 27 hp más potente, así como un motor de 4 cilindros con mayor torque, muy necesarios para trabajar en suelos arenosos.
- Tracción delantera mecánica, excelente para trabajar en condiciones difíciles de terreno.
- Centro de gravedad más bajo, menos probabilidad de accidentes por volcaduras, así mismo, estoy ayuda a trabajar con pulverizadoras de mayor capacidad.

Las ventajas del tractor 5065E frente al tractor 5090EH son:

- El mayor despeje 1.5 metros,
- Menor radio de Giros, el radio de giro es menor al del tractor 5090EH, esto permite una mejor maniobrabilidad en las cabeceras
- Menor costo, \$ 37,000.00 dólares menos.

#### 4.1.7. Beneficio

- **Proporcionar opciones de tractores de alto despeje**

El principal beneficio obtenido es lograr brindar a los agricultores nuevas opciones de tractores especializados, pensando en las labores de aplicaciones fitosanitarias en cultivos de alturas entre 0.85 y 1.5 metros. Así mismo, exploramos nuevos nichos de

mercado donde existe muy poca competencia, brindando equipos de calidad y con una mayor disponibilidad mecánica, ya que, son equipos nuevos, otra forma de ver un benéfico es el posicionamiento de la marca en un mercado muy competitivo como es el de la región Ica.

#### **4.2. Segundo caso: Configuración del tractor para transporte de materiales para fundición**

Una de las labores donde más se utilizan los tractores agrícolas es el traslado de productos utilizando remolques. En las operaciones agrícolas se realizan el traslado de diferentes materiales: estiércol, plantines para trasplante, abono, productos de cosecha, forraje picado, entre otros. Así mismo, se utilizan en otras operaciones no agrícolas como para el transporte de personal, materiales más pesados como ladrillos en las ladrilleras y demás materiales que se puedan transportar con un remolque.

Para realizar un buen dimensionamiento del tractor para esta labor, se necesita tener en cuenta el peso a remolcar, tipo de suelo, tipo de remolque utilizado, pendiente del terreno, si el remolque cuenta con frenos, requiere uso de las tomas hidráulicas, etc. Teniendo esta información podemos recomendar un tractor que pueda realizar el trabajo de manera más óptima.

##### **4.2.1. Remolques**

Los remolques son unos de las herramientas fundamentales en las operaciones agrícolas, sirven para transportar una amplia variedad de productos, se define como un vehículo de carga arrastrado, no motorizado y cuenta con al menos un chasis, ruedas y un recipiente de carga.

Para elegir un remolque, se tiene que tomar en cuenta una serie de factores como: productos a transportar, utilidad que va a tener, características estructurales como tamaño o capacidad, potencia de la tracción del tractor, entre otros.

La cantidad y tipo de carga que se quiera transportar determinara varios factores como el número de ejes o la suspensión, una estructura con mayor número de ejes puede soportar una mayor cantidad de peso, ya que, reparte mucho mejor en la cantidad de peso por la estructura. Existen diferentes tipos de remolques, su elección se determinará por el uso que se le quiera



dar y las características del tractor al cual estará acoplado, a continuación, vamos a detallar algunos tipos de remolques.

- **Remolques de Carlotas**

Estos por excelencia, su peculiaridad radica en las paredes del recipiente ya que pueden ser desmontadas, abatidas o añadidas para facilitar la carga o descarga. Pueden ser de 1,2 y hasta 3 ejes con tornamesa atornillada al chasis. También pueden ser tipos tándem, la misma que permite realizar mejores maniobras en giros cerrados.

- **Bañeras**

Es una variante del anterior tipo, aunque en el caso de las bañeras, las dos cosas que les caracteriza son la pared fija, sin posibilidad de ser desmontada, y la superficie deslizante del interior. Gracias a este último rasgo, son ideales para el transporte de abonos, fertilizantes y productos líquidos. Y, al no estar formados por partes independientes, son sensibles a los golpes, por lo que no se recomienda transportar tierra, piedras ni escombros.

Pueden estar formados por entre 1 y 3 ejes, la carga se efectúa por encima, aunque la descarga en este caso suele ser siempre por la parte trasera mediante volquete. La mayoría de bañeras están equipadas con una lona desplegable para proteger la carga de la lluvia.

- **Plataformas**

Por sus grandes dimensiones, suelen tener al menos 2 ejes y lanza con giratoria. Estos remolques son distintos de los anteriores puesto que no cuentan con paredes laterales, permitiendo la carga por los lados con una máquina auxiliar. Generalmente sirven para el transporte de paquetes de paja de cereal (“balas o alpacas”, según regiones) o fardos de heno.

- **Cisternas**

Estos remolques son destinados para el transporte de líquidos, presentan diversos tamaños y diseños, se utilizan para apoyar al sistema de riego en situaciones excepcionales.

- **Esparcidor de Estiércol**

Están específicamente diseñados para el transporte y esparcido de estiércol, compost y otras sustancias fertilizantes. La carga se lleva a cabo por encima, mediante una pala cargadora. Para la descarga, la mayoría incorpora un sistema de cadenas, que hacen

avanzar el material progresivamente hacia atrás. El esparcido se hace mediante molinetes en la parte de atrás, que trituran y esparcen el material por el campo. Los hay verticales y horizontales.

- **Forrajas**

Diseñados para el transporte de material verde, presentan una construcción que prioriza el volumen sobre el peso debido a que este tipo de cargas son voluminosas, pero no agresivas con el remolque. Además, al ser partículas mayores, no es necesario que sean tan herméticos como los de grano, utilizándose a menudo rejillas para las alzas.

La carga se realiza directamente en el campo, desde la picadora o bien con una pala cargadora. También pueden llevar otro tipo de mercancías, como estiércol, serrín, virutas de madera, etc. Sea cual sea el caso, siempre se cargan por encima. La descarga puede ser con volquete, aunque lo más habitual es usar el sistema de cadenas.

- **Unifeed (mixer)**

Se trata de remolques diseñados para hacer una ración mezclada para animales rumiantes. Incorporan una olla con un sinfín vertical para el mezclado y triturado de los alimentos, y una báscula que pesa los distintos ingredientes y permite preparar la mezcla específica. La carga se realiza por encima, con pala cargadora, desensilador, sinfines de silos, etc. Por su parte, la descarga se hace por los lados, mediante una compuerta y una cinta, para así descargar en los establos de los animales.

#### **4.2.2. Tracción**

El tractor agrícola está diseñado para transitar en suelos agrícolas, los que pueden presentar una capacidad de soporte muy diferentes a la de una ruta o camino consolidado. Por ello, cuentan con neumáticos provisto con tacos para un mejor agarre, así como, una menor presión de inflado. Los tacos, ayudan a mejorar la adherencia de la rueda con el suelo, ya que, frente a un esfuerzo de tracción aprovecha la resistencia del suelo que se opone a ser arrancada por los tacos.

- **Tracción en dos ruedas motrices (tracción simple)**

Estos tractores se caracterizan por tener una importante carga sobre su eje motriz para asegurar la tracción; en estos casos la distribución del peso es aproximadamente  $2/3$  sobre las ruedas motrices y  $1/3$  sobre las ruedas delanteras. En la figura 20 se observa la distribución de peso en un tractor de tracción simple.



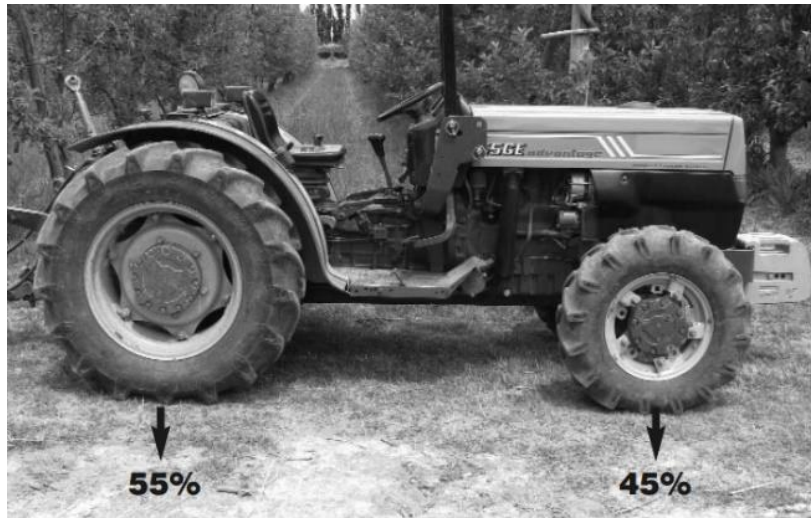
**Figura 20: Tractor con tracción simple.**

FUENTE: Tomado de Di Prinzio & Magdalena (2011).

- **Tracción delantera asistida (doble tracción)**

Los tractores provistos de tracción delantera asistida tienen la posibilidad de transmitir fuerza a la barra de tiro a través del contacto de sus cuatro ruedas con el suelo. La transmisión a las ruedas delanteras se conecta a voluntad, y si bien son más pequeñas que las posteriores, se puede mencionar que contribuyen a aumentar el esfuerzo de tracción en el orden de un 20%. La distribución de peso es: 55% sobre el tren posterior y 45% sobre el tren anterior.

Para mejorar la tracción y la maniobrabilidad del tractor, las ruedas delanteras tienen mayor velocidad tangencial que las posteriores. Es por este motivo que la tracción delantera deberá conectarse solamente cuando se transita suelo agrícola y se requiere un esfuerzo de tracción importante. Sobre suelo firme o en caminos consolidados deberá desconectarse para evitar un excesivo desgaste de los neumáticos y de los mecanismos de la transmisión. En la Figura 21 se visualiza la distribución de peso en el tractor de tracción doble.



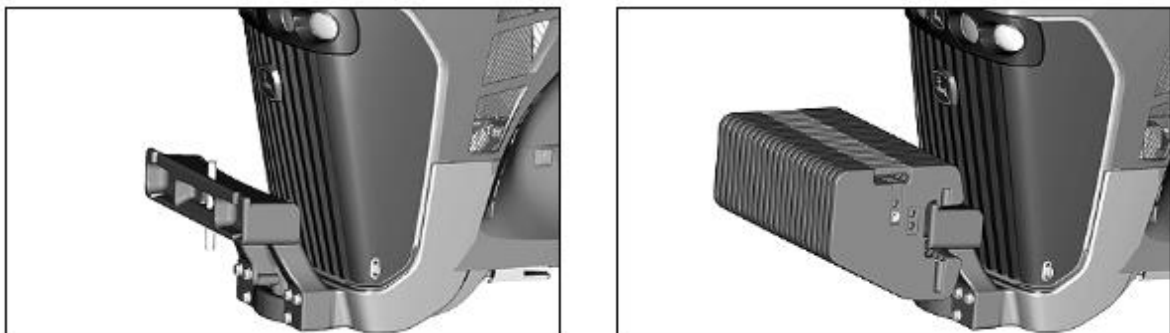
**Figura 21: Tractor con con doble tracción.**

FUENTE: Tomado de Di Prinzio & Magdalena (2011).

#### 4.2.3. Lastrado

Los tractores de ruedas solamente aprovechan un 60% de la potencia del motor, pierde el resto en patinamiento. Ahora bien, si se aumenta el peso del tractor, la presión que ejerce las ruedas sobre el terreno es mayor, disminuyendo, por tanto, el patinamiento y consiguiéndose un mayor aprovechamiento de la potencia del motor. (libro tractores y motores agrícolas).

- Lastre con contrapesos metálicos (mecánico- estático), se trata de colocar unos contrapesos de hierro en la parte delantera y posterior del tractor, aumentando así el peso de éste y la capacidad de tracción del tractor. Como se observa en la figura 22 y 23.



**Figura 22: Lastre delanteros.**

FUENTE: Tomado de: Página John Deere (2020). [http://manuals.deere.com/omview/OMAR276056\\_63](http://manuals.deere.com/omview/OMAR276056_63)

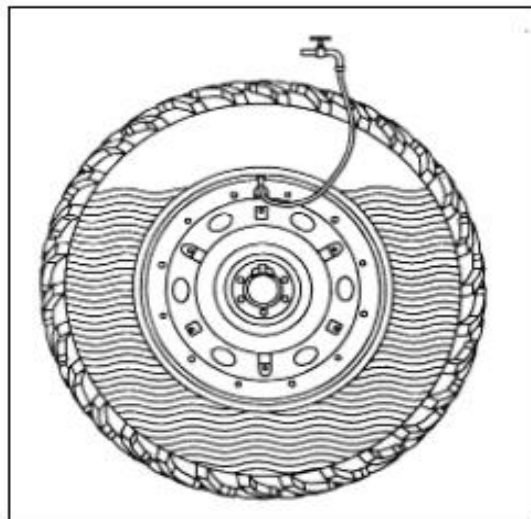


**Figura 23: Lastre posterior, (A) pesa, (B) perno.**

FUENTE: Tomado de: Página John Deere (2020).

[http://manuals.deere.com/omview/OML217155\\_19/LS87647,0000036\\_19\\_20161208.html](http://manuals.deere.com/omview/OML217155_19/LS87647,0000036_19_20161208.html)

- Lastre con agua (hidráulico - dinámico), por otra parte, consiste en aumentar el peso del tractor introduciendo agua en el interior de los neumáticos. Por norma general, no se recomienda llenar más del 50% de la capacidad del neumático, pero esta sugerencia suele ampliarse hasta el 75%. También hay que tener en cuenta que, si a dos neumáticos del mismo eje se les añade un volumen diferente de agua, la estabilidad del tractor puede verse modificada. En la figura 24 se visualiza la forma de lastrado de los neumáticos.



**Figura 24: Lastre hidráulico en neumáticos.**

FUENTE: Tomado de: Página John Deere (2020).

[http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869\\_63/?tM=HO](http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869_63/?tM=HO)

#### **4.2.4. Trocha**

Se define como trocha a la distancia medida de centro a centro de los neumáticos de un mismo eje, en los tractores la trocha es variable tanto en el eje delantero como en el eje posterior, esto permite su adaptación a diferentes labores culturales, diferentes a distancias entre líneas de cultivo y para optimizar el enganche con diferentes implementos.

Existen diferentes maneras de variar la trocha en los tractores todo depende de cada fabricante, los sistemas más conocidos son: sistema piñón y cremallera, por rampas helicoidales y por la forma de colocar el disco de la rueda en diferentes posiciones.

#### **4.2.5. Problemática: Transportar 30 toneladas de material para fundición**

Nuestro cliente la empresa Aceros Arequipa solicitó un tractor con una potencia no mayor a 75 hp para acoplarlo a un remolque con una capacidad aproximada de 30 toneladas, este remolque se utilizaría para trasladar materiales para fundición una distancia de dos kilómetros en un terreno sin pendientes y suelo compactado.

El tractor 5075E de 75 hp sería la opción ideal para acoplar el remolque, para llegar a remolcar el peso solicitado se necesitaría configurar el tractor modificando su peso agregando lastre, tanto mecánico como hidráulico, así como, aumentar la trocha de este y elegir neumáticos anchos para un mejor agarre con el suelo.

La elección de un buen remolque también es muy importante para llegar a lo requerido por el cliente, las características del mismo influyen de manera directa en el peso a remolcar. La característica más importante que debemos remarcar es el peso del remolque, número de ejes, el número de ruedas por eje y la presión de inflado de cada neumático. Otra característica para tomar en cuenta al momento de trabajar con un remolque de capacidad mayor al peso del tractor es que el remolque cuenta con frenos, ya que, al momento que el tractor frena recibe toda la fuerza del remolque y si no cuenta con frenos puede causar deterioro de componentes en el tractor y accidentes.

A continuación, se detallará la configuración que se realizó al tractor para realizar el trabajo con el remolque para cumplir con lo solicitado por el cliente.

#### 4.2.6. Contribución: Configurar el tractor 5075E DT Rops

- **Tractor JD modelo 5075E DT ROPS**

Las características técnicas del tractor 5075E Dt rops se puede apreciar en la siguiente figura 25 y 26 se observa la descripción del tractor.

| Modelo de tractor  | 5065E  |
|--|--|
| <b>Motor</b>   |  |
| Modelo de motor  | 3029 H   |
| Potencia bruta al volante de inercia a r/min nominal, SAE J1349, hp.     | 65   |
| CV de la TDF @ r/min nominal   | 46   |
| R/MIN nominales del motor  | 2400   |
| Par nominal del motor  | 230 NM a 1800 r/min                                  |
| N.º de cilindros   | 3  |
| Cilindrada, litros   | 2.9  |
| Relación de compresión   | 19.0:1   |
| Aspiración   | Turboalimentado                                      |
| Combustión   | Inyección directa                                    |
| Bomba de inyección de combustible  | Rotativa   |
| <b>Transmisión</b>   |  |
| Tipo de embrague   | Doble  |
| Material del plato del embrague de tracción                              | Cerametal  |
| Freno de servicio  | Freno de discos en baño de aceite y de accionamiento |
| Material de la placa del embrague de la TDF                              | Cerametal  |
| Número de velocidades (transmisión SyncShuttle)                          | 9 marchas de avance<br>3 marchas de retroceso        |
| TDF - Estándar   | 540 @ 2400 r/min del motor                           |
| TDF-Eco  | 540E @1705 r/min del motor                           |
| Bloqueo del diferencial  | Estándar, accionado por pedal                        |
| <b>Hidráulica</b>  |  |
| <b>Bomba</b>   |  |
| Simple o tándem  | Tándem   |
| <b>Sistema hidráulico</b>  |  |
| Dirección  | 25.7 l/min (6.8 gpm)                                 |
| Apero  | 43.1 l/min. (11.4 gpm)                               |
| <b>Enganches</b>   |  |
| Varillaje de 3 puntos, Cat   | Cat I y II   |
| Capacidad de levante en puntos de enganche                               | 1800@rótula de enganche                              |
| Capacidad de levante a 610 mm (24") detrás de las bolas del enganche, kg | 1448   |
| Atrás - acople de remolque   | Barra de tiro oscilante con horquilla.               |
| <b>Bastidor</b>  |  |
| <b>Ruedas y neumáticos</b>   |  |
| Tracción delantera mecánica (TDM)  | En modelo básico                                     |
| Medida de neumáticos traseros  | 16.9 R28   |
| Medida de neumáticos delanteros  | 7.5 R16  |
| <b>Radio de giro (eje DANA)</b>  |  |
| Radio de giro con frenos, mm   | 3940 mm  |
| Radio de giro sin frenos, mm   | 4650 mm  |
| <b>Sistema eléctrico</b>   |  |
| <b>Para plataforma de conducción abierta independiente</b>               |  |
| Tensión de la batería  | 12 V   |
| Corriente de arranque en frío de la batería                              | 622 CCA  |
| Amperaje   | 64 Ah  |
| Alternador   | 70 A   |
| <b>Capacidades (L)</b>   |  |
| Cárter del motor   | 8.5  |
| Transmisión (SyncShuttle)  | 38   |
| Sistema de refrigeración   | 9.5  |
| <b>DIMENSIONES</b>   |  |
| Longitud total de tracción delantera — TDM                               | 2050 mm  |
| Largo total — TDM  | 3774 mm  |
| Suelo a parte superior de cabina   | 2716 ± 15 mm   |
| Línea central del puente trasero a parte superior de cabina              | 1760 mm  |

**Figura 25: Características técnicas tractor 5075E DT rops.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

| <b>Carga Para Tractores</b>                   | <b>5065E</b>            |      |
|---|-------------------------|------|
| Dispositivo de acoplamiento                   | Barra de tiro 4x4       |      |
| Carga vertical máxima (N)                     | 950                     |      |
| Masa remolcable (kg)                          | Sin freno               | 2800 |
|   | Con freno independiente | 4000 |
|   | Con freno de inercia    | 8000 |
|   | Con freno asistido      | 8000 |
| Combinación de masa de tractor + remolque 4x4 | 12200                   |      |

**Figura 26: Cargas para el tractor 5075E DT Rops.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

- **Configuraciones Realizadas**

- a. **Elección de neumáticos:**

El tractor JD modelo 5075E se configuro con el siguiente juego de neumáticos:

- Delanteros: 11.2 R 24
- Posteriores: 16.9 R 30

Esta configuración de obtuvo de la Figura 27.

| <b>Neumáticos delanteros</b>    | <b>Con mucho o poco peso adicional</b> |            |            | <b>Con lastre máximo o apero pesado montado</b> |            |            |
|---------------------------------|--|------------|------------|---|------------|------------|
| <b>Tamaño de los neumáticos</b> | <b>kPa</b>                             | <b>bar</b> | <b>psi</b> | <b>kPa</b>                                      | <b>bar</b> | <b>psi</b> |
| 8.3-28                          | 100                                    | 1          | 14.5       | 240   | 2.4        | 34.8       |
| 9.5 R 24                        | 100                                    | 1          | 14.5       | 240   | 2.4        | 34.8       |
| 11.2 R 24                       | 100                                    | 1          | 14.5       | 240   | 2.4        | 34.8       |
| 12.4 R 20                       | 100                                    | 1          | 14.5       | 240   | 2.4        | 34.8       |
| 12.4 R 24                       | 83                                     | 0.83       | 12         | 221   | 2.2        | 32         |
| <b>Neumáticos traseros</b>      | <b>Con mucho o poco peso adicional</b> |            |            | <b>Con lastre máximo o apero pesado montado</b> |            |            |
| <b>Tamaño de los neumáticos</b> | <b>kPa</b>                             | <b>bar</b> | <b>psi</b> | <b>kPa</b>                                      | <b>bar</b> | <b>psi</b> |
| 160/95 R 46                     | 240                                    | 2.4        | 34.8       | 500   | 5          | 72.51      |
| 13.6 R 36                       | 100                                    | 1          | 14.5       | 170   | 1.7        | 24.65      |
| 14.9 R 28                       | 97                                     | 0.97       | 14         | 165   | 1.65       | 24         |
| 16.9 R 28                       | 83                                     | 0.83       | 12         | 152   | 1.52       | 22         |
| 16.9 R 30                       | 83                                     | 0.83       | 12         | 152   | 1.52       | 22         |

**Figura 27: Presión de inflado de neumáticos.**

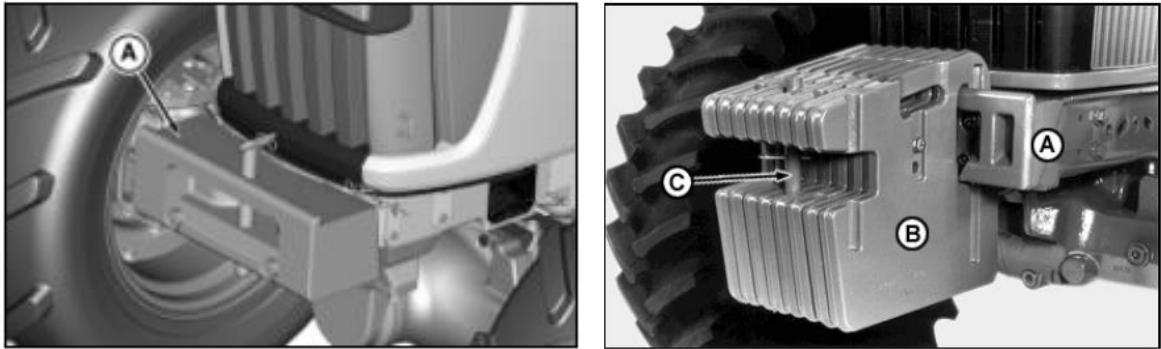
Tomado de John Deere (2018).

- b. **Lastre:**

Para aumentar el peso del tractor se añadió peso tanto mecánico como hidráulico, a este contrapeso delantero, se añadió 8 pesas delanteras con un peso de 45 kg cada una, en la figura 28 se observa como referencias los puntos A: Contrapeso base, B:



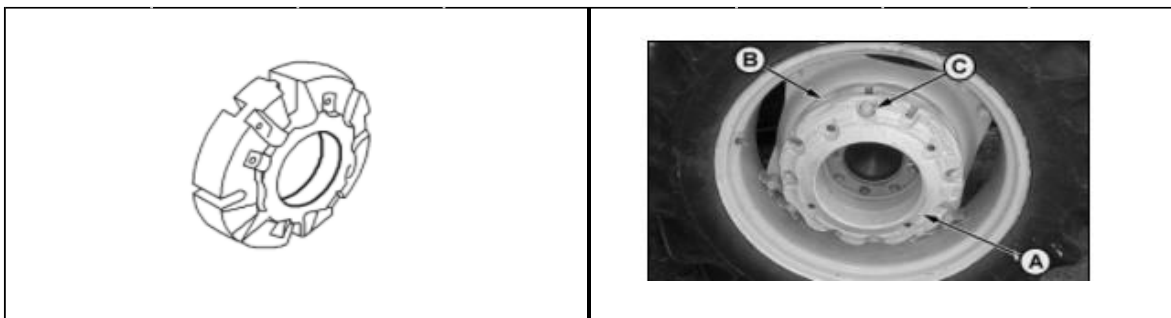
Contrapeso adicional y C: Enganche.



**Figura 28: Contrapeso base y contrapesas.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

Por otro lado, el contrapeso posterior, se añadió 2 pesas posteriores por rueda, cada una con un peso de 48 kg. Como se observa en la figura 29, las partes señaladas indican lo siguiente: A: Contrapeso adicional, B: Contrapeso y C: Agujeros para contrapesos.



**Figura 29: Contrapeso base y contrapesas.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

Para aumentar aún mas el peso del tractor se realizó el lastre hidráulico añadiendo agua a las ruedas, tanto delanteras como posteriores, 75 % , teniendo en cuenta las figuras 30, 31 y 32.

| <b>CONTRAPESO LÍQUIDO PARA NEUMÁTICOS DELANTEROS</b> |   |
|--|---|
| <b>Tracción delantera (TDM)</b>                      |   |
| <b>Tamaño de los neumáticos</b>                      | <b>Lastre líquido por neumático<br/>kg (lb) – 75% lleno</b> |
| 9.5 R 24   | 95 (209)  |
| <b>11.2 R 24</b>                                     | <b>115 (253)</b>  |
| 12.4 R 20  | 121(267)  |
| 12.4 R 24  | 150 (330)   |
| <b>LASTRE LÍQUIDO PARA NEUMÁTICOS TRASEROS</b>       |   |
| <b>Tamaño de los neumáticos</b>                      | <b>Lastre líquido por neumático<br/>kg (lb) – 75% lleno</b> |
| 13.6 R 36  | 224 (494)   |
| 14.9 R 28  | 261 (575)   |
| 16.9 R 28  | 339 (747)   |
| <b>16.9 R 30</b>                                     | <b>355 (782)</b>  |

**Figura 30: Contrapeso líquido.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

| <b>Lastre Mecanico</b>   | <b>Cantidad</b> | <b>Peso por<br/>contrapesa (kg)</b>           | <b>Peso<br/>añadido</b> |
|--------------------------|-----------------|---|-------------------------|
| Contrapesas delantera    | 8               | 45  | 360                     |
| Contrapesas posteriores  | 4               | 48  | 192                     |
|                          |                 | Total   | 552                     |
| <b>Lastre Hidraulico</b> | <b>Cantidad</b> | <b>peso del<br/>neumatico al<br/>75% agua</b> | <b>Peso<br/>añadido</b> |
| Ruedas Delanteras        | 2               | 115   | 230                     |
| Ruedas Posteriores       | 2               | 355   | 710                     |
|                          |                 | Total   | 940                     |

**Figura 31: Contrapeso líquido.**

FUENTE: Elaboración propia.

|                          | <b>Peso (kg)</b> |
|--------------------------|------------------|
| Peso de embarque tractor | 2540             |
| Peso añadido             | 1492             |
| <b>Peso Total</b>        | <b>4032</b>      |

**Figura 32: Lastre Total.**

FUENTE: Elaboración propia.

**c. Ancho de trocha:**

También llamado ancho de vías, para tener una mejor estabilidad al momento utilizar el remolque se aumenta en ancho de vías, para lograrlo se tiene que tomar en cuenta lo descrito en el manual del operador del tractor, donde podemos encontrar las diferentes posiciones utilizadas el momento de ampliar o disminuir el ancho de vías.

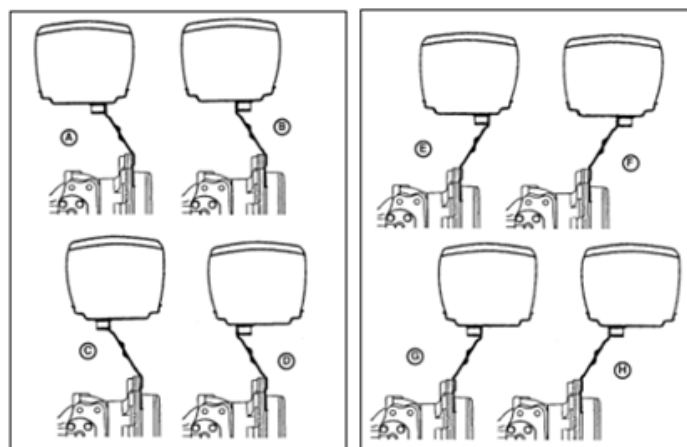
Los diagramas inferiores muestran la posición del disco de rueda según la llanta para proporcionar un ancho de vía distinto, como referencia se muestra la figura 33.

| ANCHO DE VÍA DE RUEDAS DE TRACCIÓN DELANTERA CON POSICIONES MÚLTIPLES |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                       |                       |
|---|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Línea central a línea central   |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                       |                       |
| Diagrama  |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                       |                       |
| Neumático   | A                     | B                      | C                      | D                     | E                      | F                      | G                     | H                     |
| 9.5 R 24  | 1367 mm<br>(53,8 in.) | 1480 mm<br>(58,3 in.)  | 1519 mm<br>(59,8 in.)  | 1632 mm<br>(64,3 in.) | 1667 mm<br>(65,6 in.)  | 1780 mm<br>(70,1 in.)  | 1819 mm<br>(71,6 in.) | 1932 mm<br>(76,1 in.) |
| 11.2 R 24   |                       | 1454 mm<br>(57,2 in.)  | 1545 mm<br>(60,8 in.)  | 1657 mm<br>(65,2 in.) | 1642 mm<br>(64,6 in.)  | 1754 mm<br>(69,1 in.)  | 1845 mm<br>(72,6 in.) |                       |
| 12.4 R 20   |                       | 1482 mm<br>(58,3 in.)  | 1592 mm<br>(62,7 in.)  | 1630 mm<br>(64,2 in.) | 1666 mm<br>(65,6 in.)  | 1704 mm<br>(67,1 in.)  | 1814 mm<br>(71,4 in.) |                       |
| 12.4 R 24   |                       | 1510 mm<br>(59,44 in.) | 1600 mm<br>(62,99 in.) | 1702 mm<br>(67,0 in.) | 1603 mm<br>(63,11 in.) | 1700 mm<br>(66,90 in.) |                       |                       |

**Figura 33: Contrapeso líquido.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

Posición de los discos de acero de la rueda, rueda delantera como se visualiza en la Figura 34.



**Figura 34: Posición de aros.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

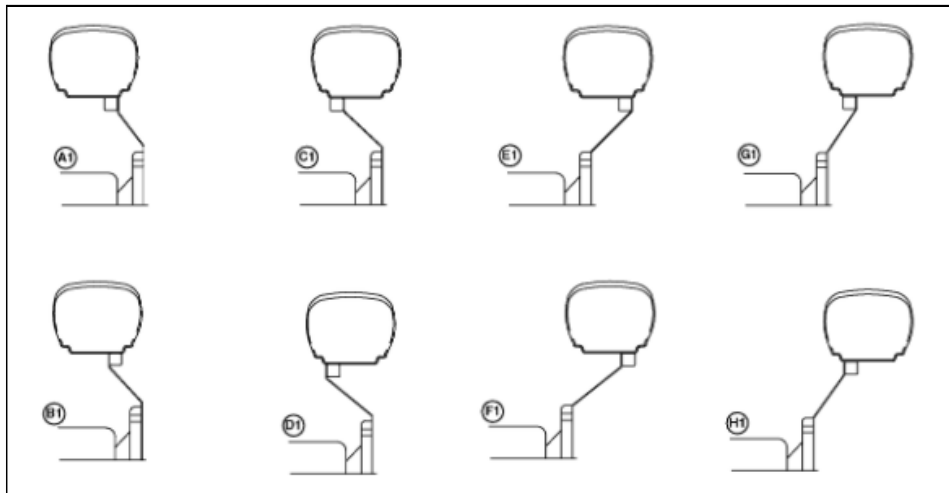
En la Figura 35 se observa la medida de vía trasera.

| <b>ANCHO DE VÍA TRASERO</b>             |                     |
|---|---------------------|
| <b>De línea central a línea central</b> |                     |
| <b>DISCO DE ACERO</b>                   |                     |
| <b>Diagrama</b>                         | <b>Ancho de vía</b> |
| Medidas de neumáticos                   | 16.9 R 30           |
| A1                                      | No disponible       |
| B1                                      | No disponible       |
| C1                                      | No disponible       |
| D1                                      | No disponible       |
| E1                                      | 1563 mm (61,5 in)   |
| F1                                      | 1665 mm (65,6 in)   |
| G1                                      | 1668 mm (65,7 in)   |
| G1 <sup>2</sup>                         | 1871 mm (73,7 in)   |
| H1                                      | 1770 mm (69,7 in)   |
| H1 <sup>2</sup>                         | 1973 mm (77,7 in)   |

**Figura 35: Ancho de vía trasero de línea central a línea central.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

Posición de los discos de acero de la rueda, rueda posterior como se observa en la Figura 36.



**Figura 36: Posición de aros.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

#### 4.2.7. Prueba realizada

Para demostrar la capacidad de remolque del tractor se realizó una prueba en campo, el remolque seleccionado es el siguiente:

- Remolque tipo bañera usada en camiones de carga pesada.

- Peso igual a 7500 kilogramos (7.5 toneladas).
- Numero de ejes, 3 ejes, 4 neumáticos por ejes.
- Enganche al tiro del tractor.

En la Figura 37 se observa un remolque propio de camiones para transporte de materiales.



**Figura 37: Remolque.**

- **Prueba**

El remolque se acoplo con el tractor mediante el tiro de este, como se muestra en la Figura 38.



**Figura 38: Remolque acople a tractor John Deere Modelo 5075E.**

La prueba consistió en jalar el remolque primero sin peso, teniendo en cuenta que solamente el remolque pesa 7,5 toneladas, luego se fue aumentando el peso con sacas de material para fundición, cada una pesa 1.2 toneladas, hasta llegar a más de 30 toneladas. En la Figura 39 se

observa la forma del acople del remolque con el tractor.



**Figura 39: Remolque y tractor John Deere modelo 5075E.**

#### 4.2.8. Resultados obtenidos

- El tractor llego a remolcar 32 toneladas aproximadamente.
- El tractor trabajo a 1800 rpm en el motor, en la gama B marcha 2, obteniendo entre 4.86 y 7.02 (km/h), según la figura posterior.

| <b>Tamaño de neumáticos traseros: 16,9 x 30</b> |                                    |
|---|------------------------------------|
| <b>Engranaje</b>                                | <b>Velocidad (km/h) - Para TDM</b> |
| A1  | 2.06                               |
| A2  | 2.97                               |
| A3  | 4.47                               |
| B1  | 4.86                               |
| B2  | 7.02                               |
| B3  | 10.55                              |
| C1  | 13.34                              |
| C2  | 19.26                              |
| C3  | 28.98                              |
| A-R   | 3.46                               |
| B-R   | 8.17                               |
| C-R   | 22.42                              |

**Figura 40: Tamaño de Neumáticos.**

- Se noto la presencia de patinamiento en las ruedas delanteras, esto se podría corregir añadiendo 2 pesas delanteras.
- El remolque utilizado fue de mucha ayuda al momento de realizar la prueba, a mayor

número de ejes y ruedas por eje, ayuda a que el peso se reparte de forma uniforme en las ruedas.

- Contar con un terreno con pendiente cero y afirmado ayuda al desarrollo de la prueba.
- Para finalizar, el acople de la carreta tiene que estar al nivel del tiro del tractor esto para evitar fuerzas verticales que afecten al tractor.

#### **4.2.9. Beneficio: Conocer los límites del tractor, realizando trabajos no convencionales para su potencia**

Normalmente este tipo de tractores no son utilizados para acarrear esta cantidad de peso, pero, dimensionando y configurando bien el tractor, así como, utilizar el implemento indicado (en este caso una carreta con 3 ejes), nos permite realizar la labor sin problema alguno.

Para la empresa el beneficio es demostrar la calidad de los equipos, así como, conocer las capacidades del tractor.

#### **4.3. Tercer caso - Modificación de tractor para trabajar con pulverizadora en terrenos con pendiente pronunciada**

Al momento de realizar la instalación de los cultivos en campo, uno de los errores que cometen comúnmente los agricultores es no tomar en cuenta los tractores e implementos a utilizar, teniendo en cuenta que se emplean diferentes implementos dependiendo de las labores a realizar y la etapa en la que se encuentra el cultivo, es muy importante saber que modelos y especificaciones de equipos se encuentran en el mercado y cómo influyen las condiciones en campos al momento de realizar cada labor.

Una de las principales labores de los tractores son las aplicaciones fitosanitarias, dentro de ellas la fumigación, para realizar esta labor se utilizan Pulverizadoras de diferentes capacidades dependiendo de las características del tractor y la autonomía del implemento requerida por el agricultor.

El siguiente caso se analiza la instalación de neumáticos duales aun tractor de 92 hp para mejorar su desempeño en trabajos de fumigación. Para ello se define los siguientes conceptos:

#### **4.3.1. Rodadura, tracción y deslizamiento de tractores**

Desde hace años los tractores han adquirido mayor potencia, pero también mayor tamaño y peso. Esto conlleva un mayor efecto de presión y una compactación del terreno que alcanza el subsuelo. Además, el tránsito frecuente y la labranza en épocas desfavorables aumentan esta carga sobre el perfil edáfico.

#### **4.3.2. Tracción vs compactación**

La compactación del terreno por los neumáticos genera reducciones del volumen de poros y por tanto del aire y la cantidad de agua disponible para las plantas en el suelo. Esto puede producir una disminución en los rendimientos de los cultivos, un aumento en los costes de producción y un aumento en la erosión del suelo.

Los cultivos en grandes superficies demandan tractores de alta potencia (que superan los 200 CV). Por ello, se requieren pesos elevados de los tractores para transmitir al suelo las fuerzas de tracción necesarias. Pero nunca se debe olvidar que el suelo simultáneamente sirve tanto de calzada para el tractor como de hábitat para los cultivos.

Estos grandes tractores disponen de neumáticos de gran tamaño, orugas metálicas (cadenas) u orugas de goma. Sus objetivos son:

- Arrastrar equipos que puedan ejercer una resistencia importante en terrenos de consistencia muy variable.
- No dañar el suelo. Evitar la compactación que es el resultado de la acción mecánica de las máquinas.

Algunos tipos de neumáticos especiales, como los nuevos neumáticos, están diseñados para reducir la compactación y, con ello, mejorar la estructura del suelo y también reducir el consumo de combustible.

#### **4.3.3. Patinamiento del tractor**

Se define como la disminución de velocidad de avance producida por el deslizamiento entre la superficie del suelo y la cubierta del tractor. Nunca puede ser eliminado en su totalidad, siempre oscila entre un 10-15%.



#### **4.3.4. Rodadura simple**

Se supone una rueda rígida y su movimiento, similar a una circunferencia de radio «r» rodando sin deslizamiento sobre una recta o eje.

#### **4.3.5. Rodadura con deslizamiento**

El deslizamiento se define como el cociente entre la diferencia de velocidades de la rueda sin y con resbalamiento ( $V_c - V'_c$ ) y la velocidad sin deslizamiento ( $V_c$ ).

$$\sigma = (V_c - V'_c) / V_c$$

El deslizamiento produce una pérdida energética, ya que, para recorrer una misma distancia, el número de vueltas de la rueda aumenta proporcionalmente. Este coeficiente de deslizamiento: es muy importante de determinar en el ensayo de la potencia a la barra.

#### **4.3.6. Aplastamiento del terreno y formación de huellas**

La rodadura de los vehículos junto con el laboreo puede formar una capa compactada (suela de labor) a una profundidad variable entre 15 y 25 cm de profundidad, que dificulta el normal crecimiento de las plantas.

Entre la superficie de contacto de suelo y neumático se ejerce una presión que debería ser de igual valor que la del interior del neumático y, sin embargo, el suelo ejerce una presión que debería ser igual a la del interior del neumático, siempre que las paredes fuesen delgadas. Pero esto no ocurre así; la presión es mayor en el centro que en los bordes de la superficie de apoyo y también es mayor justo debajo de las nervaduras.

#### **4.3.7. La anchura y la presión interna de los neumáticos agrícolas**

La presión sobre la superficie del suelo depende de la anchura y de la presión interna de los neumáticos, y se propaga en profundidad como se puede apreciar en la Figura 41:



**Figura 41: Presión de inflado correcta neumáticos agrícolas.**

FUENTE: Tomado de: Página Massey Ferguson.

La presión interior del neumático es una deformación o aplastamiento de este que depende de la carga del neumático, del radio y de la anchura. Es evidente que varía según el tractor esté parado o en movimiento.

#### **4.3.8. Resistencia a la rodadura**

La resistencia a la rodadura en una rueda se asimila al rozamiento de un sólido que es proporcional a la carga normal que soporta dicha rueda.

El esfuerzo de rodadura es la fuerza horizontal que se debe ejercer para asegurar el desplazamiento del propio tractor.

Para que el tractor pueda avanzar vence la resistencia a la rodadura. Para ello, el motor proporciona un par en las ruedas, lo que supone una fuerza tangencial que el terreno debe soportar sin romperse. Si el motor no proporciona suficiente potencia para que el par de las ruedas venza la resistencia a la rodadura, o bien, que el empuje sea superior a la capacidad del terreno para resistir esfuerzos cortantes, el vehículo no podrá avanzar.

La resistencia a la rodadura es más elevada cuanto más pesado sea el tractor, cuanto mayor es la deformación de los neumáticos y cuanto más desmenuzado y suelto este el suelo. Además, depende del hundimiento de la rueda, ya que el suelo no es rígido y al aplicarle cargas

verticales a la rueda, esta cede y a la vez se deforma. La rueda tiene que vencer la «ola» de terreno que se forma delante de ella, oponiéndose al avance.

#### **4.3.9. Fuerza tangencial**

La fuerza tangencial en las ruedas provoca una respuesta del terreno, que se deforma, lo cual produce un deslizamiento. La pérdida puede ser total; la rueda no avanza y la capa más superficial del suelo en contacto con las garras se separa de la que esta inmediatamente por debajo acompañando a la rueda en su giro sin avance.

Para conocer las posibilidades del tractor y la adecuación de estos en diferentes trabajos se deberán de conocer:

- **Capacidad del terreno para resistir fuerzas tangenciales**

La fuerza horizontal (H), propulsora del vehículo, tiene la necesidad de que el suelo la soporte sin romperse por superar la capacidad del suelo a resistir esfuerzos cortantes. Ese valor máximo admisible es proporcional a la carga vertical aplicada:

$$H = A \times C + W \times \text{tg}\phi$$

Donde:

H=Fuerza horizontal de rotura.

A= Área de contacto rueda-suelo.

c= cohesión del terreno.

W= Carga vertical sobre la rueda.

tg $\phi$ = Tangente del ángulo de rozamiento interno del suelo.

En condiciones de suelo húmedas se introducen presiones de suelo superiores más allá del nivel del arado hasta penetrar en el subsuelo.

Para conocer estos fenómenos existen algunos factores que favorecen la estabilidad el suelo:

- Composición de los tamaños de grano (formas, mezclas de tamaño).
- Buena formación de agregados.
- Altos contenidos en materia orgánica (humus, residuos vegetales...)

La compactación será menor y menos perjudicial cuanto mayor sea la estabilidad del suelo.

- **Esfuerzo de tracción**

El esfuerzo de tracción corresponde a la fuerza horizontal generada por un tractor para hacer funcionar el apero del que tira.

La potencia de tracción es el producto del esfuerzo de tracción por la velocidad de avance.

- **Recomendaciones para mejorar la adherencia y disminuir el deslizamiento**

- Aumento de la superficie de contacto con el suelo utilizando neumáticos anchos y de gran diámetro. Reduciendo la presión de inflado dentro de los límites autorizados.
- Mejorar el agarre: utilizando ruedas-jaula y orugas
- Reducir el deslizamiento: con un esfuerzo de tracción constante puede incrementarse la carga vertical sobre las ruedas (masas o llenado de agua de los neumáticos). Resaltar que la reducción del deslizamiento por un lastrado excesivo lleva a incrementar las pérdidas por resistencia a la rodadura.

La capacidad de tracción está relacionada con su peso. Se recomienda que el esfuerzo de tracción realizado no supere la mitad del peso del tractor para que sea eficiente (bajo consumo energético). Y, la potencia de tracción de un tractor que no avanza es nula (toda la potencia se está perdiendo).

- **Operación con ruedas duales**

Las ruedas duales se utilizan en diferentes equipos, como tractores y remolques, su finalidad es brindar una mejor tracción y se hunden menos en suelos blandos que las ruedas simples, sin embargo, puede sobrecargar los ejes, cojinetes y el tren de fuerza de algunos tractores.

El uso de rodados dobles permite usar el tractor en suelos de baja sustentación como los arenoso, sueltos o excesivamente húmedos e inundados.

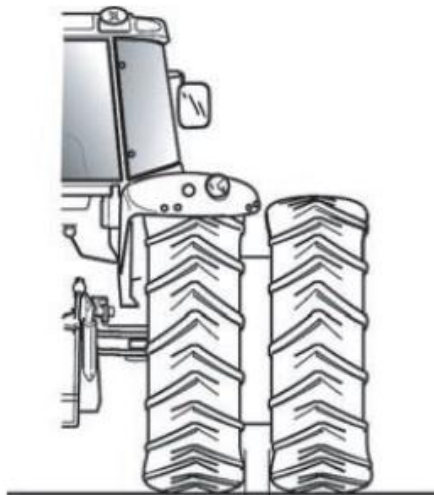
Este recurso, por lo tanto, no debe ser considerado una solución para ampliar el poder de tracción en suelos firmes y secos o en servicios que exigen extrema fuerza de tracción, ya que, implicaría sobrecarga del tren de fuerza.

Al duplicar la rueda de un tractor, se tiene que seguir estas recomendaciones:

- En el lastre, coloque agua solo en los neumáticos internos.
- Ajuste de las tuercas de fijación de las ruedas, la frecuencia de este procedimiento debe ser mayor.

Las ruedas dobles correctas deben ser elegidas según el criterio:

- Condiciones de suelo
- Esfuerzo de tracción
- Dimensiones generales
- Tipo de neumático



**Figura 42: Ruedas Duales.**

FUENTE: Tomado de: Pagina Massey Ferguson.

#### **4.3.10. Problemática: Tractor 5090EN presenta problemas de patinamiento trabajando con atomizadora en suelo arenosos y pendiente pronunciadas**

El tractor JD modelo 5090EN presenta problemas de patinamiento y atollamiento al momento de trabajar con una pulverizadora marca Jacto modelo Arbus 2000, en la Figura 43 podemos apreciar el nivel de atollamiento al cual llego el tractor.



**Figura 43: Atollamiento tractor 5090EN.**

Los datos del cultivo y terreno son los siguiente:

- Cultivo : Palto
- Marco de Plantación : 6x4 (6 metros de distancia entre línea, 4 metros de distancia entre planta y planta)
- Suelo : Suelo mayormente arenoso.
- Pendiente : pendiente entre 12% y 15%



**Figura 44: Terreno con suelo arenosos y presencia de pendiente.**

Se realizó la instalación de ruedas duales al eje posterior del tractor, así como, el aumento de

peso del tractor mediante el lastre de este, las ruedas duales ayudan a tener una mayor flotabilidad.

- **Tractor JD modelo 5090EN**

Las características técnicas del tractor 5090EN DT Rops se aprecia en la figura 45 y 46.



**Figura 45: Dimensiones Tractor 5090EN.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).

| <b>5090EN</b>  |   |
|--|---|
| <b>MOTOR</b>   |   |
| Tipo (Tier 2)  | 4045TP073   |
| Aspiración (Tier 2)  | Turboalimentado   |
| Potencia del motor a 2400 r/min <sup>1</sup>                             | 68.6 kW (92 HP) <sup>2</sup>  |
| Potencia de la TDF a 2400 r/min <sup>3</sup>                             | 57.3 kW (76.9 HP)   |
| Par máximo   | 355 N·m   |
| Cilindros  | 4   |
| Diámetro   | 106.5 mm (4.19 in)  |
| Carrera  | 127 mm (5.00 in)  |
| Caudal   | 4.5 l (276 in <sup>3</sup> )  |
| Relación de compresión   | 17.0 : 1  |
| <b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</b>   |   |
| Tipo   | Bomba de inyección de tipo distribuidor                                     |
| <b>TRANSMISIÓN</b>   |   |
| Puntal de arado  | 12/12 PowrReverser™ con elevador hidráulico EH, TDF EH (cambiable 540/540E) |
| Selección de marchas   | Palanca   |
| Cambio   | Manual  |
| <b>FRENOS</b>  |   |
| Tipo   | Discos en baño de aceite de accionamiento hidráulico                        |
| <b>TOMA DE FUERZA</b>  |   |
| Tipo (estándar)  | Cambiable, completamente independiente 540/540E                             |
| Tipo (opcional)  | 540/1000 r/min  |
| Régimen del motor para TDF (540 r/min)                                   | 2400 r/min  |
| Régimen del motor para TDF (540E r/min)                                  | 1700 r/min  |
| Embrague (estándar)  | Electrohidráulico   |
| <b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>  |   |
| Tipo   | Centro abierto  |
| Bomba  | Engranaje   |
| <b>Caudal</b>  |   |
| Dirección  | 24.9 l/min (6.6 gal/min)  |
| Apero  | 69.6 l/min (18.4 gal/min)   |
| <b>ENGANCHE DE 3 PUNTOS</b>  |   |
| Categoría  | IN, I y II  |
| Detección  | Brazo extremo   |
| Capacidad de elevación en puntos de enganche                             | 1972.3 kgf (4348.2 lbf)   |
| Capacidad de elevación a 610 mm (24 in) detrás de las bolas del enganche | 1530 kgf (3374 lbf)   |

**Figura 46: Características técnicas.**

FUENTE: Tomado de John Deere (2018).



- **Pulverizadora Jacto modelo Arbus 2000**

Las características técnicas de la pulverizadora modelo Arbus – 2000 se pueden apreciar en la Figura 47.

| <b>ARBUS 2000</b>          |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>TANQUE</b>              |                                   |
| Capacidad - Material:      | 2000 L - Polietileno              |
| Agitador:                  | Mecánico                          |
| <b>BOMBA</b>               |                                   |
| Modelo:                    | JP-100 / JP-150 / JP-190          |
| Capacidad de caudal:       | 100 / 150 / 190 L/min             |
| Presión máxima de trabajo: | 300psi                            |
| <b>VENTILADOR</b>          |                                   |
| Modelo - Rotación          | 850 - 2100                        |
| Potencia:                  | 32 cv                             |
| Velocidad de aire:         | 30 m/s = 110 km/h                 |
| Accesorio:                 | Ventilador 850 VM - Altura 1,61 m |
| Opcional:                  | Deflector unilateral              |

**Figura 47: Características técnicas atomizadora Arbus 2000.**

- **Instalación de ruedas duales**

Para obtener una mayor tracción del tractor se instalaron ruedas duales, para logra esta modificación se fabricó un nuevo aro que se acoplaba al aro ya instalado en el tractor, como se muestra en la Figura 48.



**Figura 48: Tractor ruedas duales – Rin Dual.**

Los neumáticos posteriores se lastraron a un 50% sin necesidad de añadir contrapesas. Las contrapesas añadidas en la parte delantera del tractor fueron 12 de 45 kilogramos.

#### **4.3.11. Prueba realizada**

- Se acoplo al tractor la atomizadora modelo arbus 2000 a 2000 litros de capacidad.
- Se trabajo en la gama B marcha 1, una velocidad de 2.5 km/h.
- Las Rpm al motor fueron 2400.
- La prueba se realizo en la zona donde se tiene la mayor pendiente en el terreno.

#### **4.3.12. Resultados obtenidos**

- El tractor solo llego a recorrer el 75% de la pendiente luego comenzó a atollarse.
- La potencia del motor es suficiente pero las condiciones del terreno hacen que la transmisión del tractor no haga un trabajo adecuado.
- La pulverizadora Jacto, viene configurada con neumático lisos que no ayudan al momento de realizar el trabajo, ya que, en un momento dejaron de girar siendo arrastradas por el tractor ocasionando un excesivo patinamiento y posterior atollamiento.

#### **4.3.13. Comentarios**

- Es muy importante al momento de instalar el cultivo, tomar en cuenta los implemento a utilizar y el tractor, teniendo en cuenta el tipo de suelo y las características del terreno.
- Utilizar neumáticos tipos balón para la pulverizadora ayudaría a disminuir el patinamiento del tractor, se tendría que tener entre 20 y 22 psi de presión en los neumáticos.
- Para mejorar las condiciones del terreno se necesita realizar trabajos de compactación del mismo, se podría utilizar un rodillo para las partes más complicadas.

#### **4.3.14. Beneficio: Brindar una nueva configuración de rodados duales**

En el mercado peruano se utilizan muy poco la configuración de rodados duales, esta configuración está especializado en terrenos donde los tractores convencionales tienen problemas de patinamiento, terrenos arenosos o con mucha agua.

La instalación de rodado duales se puede realizar en cualquier tractor, esto nos hace ingresar a un nuevo nicho de mercado con un producto acorde a las condiciones del terreno y los requerimientos del cliente, especializados en terrenos con presencia de arena y con pendientes pronunciadas.

#### **4.4. Cuarto Caso - Adaptación de acople para el transporte de picadora de forraje**

El picado del forraje es una de las principales actividades realizadas en el cultivo del maíz chala, para esta labor se utilizan picadoras de forraje ya sean auto propulsadas o de acople al tractor (arrastre o enganche de 3 puntos), estas máquinas permiten realizar el picado de forraje en campo para luego ser trasladado mediante remolques forrajeros a las instalaciones del ganadero, ya sea para la alimentación en el momento del ganado o para ensilarlo.

En el mercado se ofrecen tanto las picadoras de acople al tractor y las auto propulsadas, estas últimas ofrecen una mayor capacidad de trabajo, pueden cortar entre 4 y 6 líneas procesando 150 y 300 tn/h dependiendo en primer lugar de la máquina y su estado de conservación, así como del alistamiento, y también del estado del cultivo y la superficie del terreno. Una superficie muy irregular obliga a circular a menor velocidad de avance.

Los equipos de acople al tractor, en cambio no pueden procesar mucho más de 70 Tn/h de materia verde de maíz, y están mayormente en manos de los productores que prefieren asegurar el momento óptimo de corte y no arriesgarse a tener que esperar la disponibilidad de un equipo autopropulsado en alquiler, pero al mismo tiempo cultivan una superficie relativamente chica para la cual estas máquinas tienen un buen desempeño.

##### **4.4.1. Clasificación de máquinas agrícolas**

###### **a. Tipos de máquinas agrícolas según su movimiento**

- Fijas o estacionarias. (chipeadoras, picadoras)
- Móviles: pueden ser autopropulsadas, se mueven por sí mismas, no necesitan engancharse al tractor, y acopladas al tractor, no se mueven por sí mismas, necesitan una máquina de tracción, el tractor.

**b. Tipos de máquinas agrícolas acopladas según el enganche al tractor o sistema de acoplamiento**

- Arrastradas o remolcadas: enganchadas a la barra de tiro o al punto de enganche del tractor (enganche a un punto o enganche de remolcado). Ejemplos: Chisel, Rodillo
- Suspendidas: acopladas al enganche de tres puntos y gravitando todo el peso en el tractor (se puede regular la altura de los enganches para que la máquina esté en el aire o a más o menos profundidad en el suelo). Ejemplos: vertedera, subsolador
- Semisuspendidas: acopladas a los brazos elevadores del tractor y gravitando su peso parte en el tractor y parte en una rueda de apoyo. Ejemplos: arado de discos, descompactador.

**c. Clasificación de máquinas agrícolas según su sistema de accionamiento**

- No accionadas. Pueden ser fijas (no hay movimiento de sus elementos) como el subsolador, el chisel o la rastra de púas; o giratorias (al ser arrastradas se hacen girar los elementos) como la grada de discos o el rodillo.
- Accionadas por la toma de fuerza del tractor. Ejemplo: fresadoras.
- Accionadas por las ruedas de la máquina o apero. Ejemplo: sembradoras a chorrillo.
- Accionadas por el circuito hidráulico. Ejemplo: palas levantadoras, cosechadoras.

**d. Tipos de máquinas agrícolas según su función**

- Aperos de labranza. Para arar o hacer el laboreo del suelo con varios objetivos posibles: airearlo, nivelarlo descompactarlo, eliminar las malas hierbas, configurar surcos o caballones, etc. Hay muchos tipos de arados de laboreo en función de la finalidad, la profundidad de trabajo, el momento de labranza, etc. (Lo veremos en futuros posts).
- Equipos de abonado (abonadoras) . Para la aplicación de materiales orgánicos o minerales que aportan nutrientes y otras sustancias beneficiosas. Hay distintos tipos de máquinas abonadoras en función de si el fertilizante es sólido, líquido o gaseoso, si se distribuye en líneas o en toda la superficie, entre otras. También hay abonadoras específicas como las cisternas distribuidoras de purín o los remolques autodescargantes para la distribución de estiércol.

- Sembradoras y plantadoras. Sembradoras que depositan las semillas y las entierran en el suelo. Hay muchos tipos: sembradoras a golpes, monograno, sembradoras a chorrillo mecánicas o neumáticas... También hay plantadoras donde los operarios van sentados en la máquina (acoplada al tractor) e introducen manualmente los plántones cuando la plantadora va abriendo surcos o huecos para las nuevas plantas.
- Maquinaria para la siega, recolección y post-recolección: cosechadoras de cereales, segadoras, empacadoras, rotoempacadoras, picadoras de forraje.

#### **4.4.2. Problemática: Picadora de forraje acoplada a un tractor no puede trasladarse por caminos muy angostos**

Una de las principales desventajas de las picadoras de forraje de acople al tractor son los problemas que ocasionan al ser trasladados de un terreno a otro, estos equipos trabajan a un lado del tractor aumentando el ancho total que dificulta el traslado de este, por otro lado, los caminos suelen tener entre 4 y 6 metros esto no ayuda al momento del traslado de la picadora pudiendo ocasionar accidentes.

Una de las soluciones a este problema es utilizar 2 tractores para realizar el traslado de la picadora, un tractor acoplado al cuerpo de soporte y el otro al cabezal de picado, pero el uso de un tractor mas solo para traslado conlleva el aumento de costos tanto de combustible pago a personal y demás.



**Figura 49: Tractor y picadora.**

FUENTE: Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020).

#### **4.4.3. Contribución: diseño un enganche de 3 punto con acople al tiro del tractor**

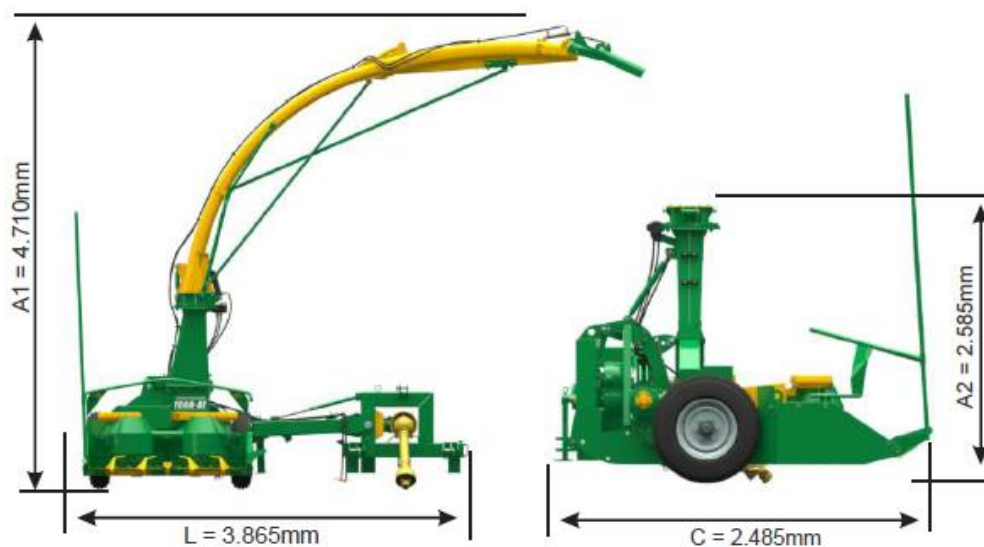
Para darle una solución a este problema se decidió diseñar y fabricar un acople que para poder realizar el traslado de todo el equipo con un solo tractor.

- **Características técnicas de la picadora de forraje JF modelo AT1600**

| <b>ESPECIFICACIONES TECNICA</b>  |                             |
|--|-----------------------------|
| Accionamiento de la máquina .....                                      | Tractor                     |
| Potencia mínima del tractor .....                                      | 80 a 140 cv                 |
| Rotación de la toma de potencia .....                                  | 540 rpm (opcional 1000 rpm) |
| Peso aproximado completo .....   | 2.360 kg                    |
| Peso sin brazo .....   | 1.700 Kg                    |
| Peso del brazo .....   | 660 Kg                      |
| Capacidad Productiva Estimada .....                                    | até 50 ton/h                |
| Tamaños de corte .....   | Vea tabla en el ítem 5.5    |
| Neumático .....  | 7.50x16 Implemento 10 lonas |
| Presión Máxima .....   | 60 lbs/pol2                 |
| Carga máxima (por neumático) .....                                     | 1.230 Kg                    |
| <b>Dimensiones (Vea las figuras a seguir):</b>                         |                             |
| C (longitud) .....   | 2.485 mm                    |
| L (anchura) .....  | 3.865 mm                    |
| A1 (altura con el tubo de descarga en la posición de trabajo) .....    | 4.650 mm                    |
| A2 (altura con el tubo de descarga en la posición de transporte) ..... | 2.442 mm                    |

**Figura 50: Características Técnicas JF AT1600.**

FUENTE: Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020).

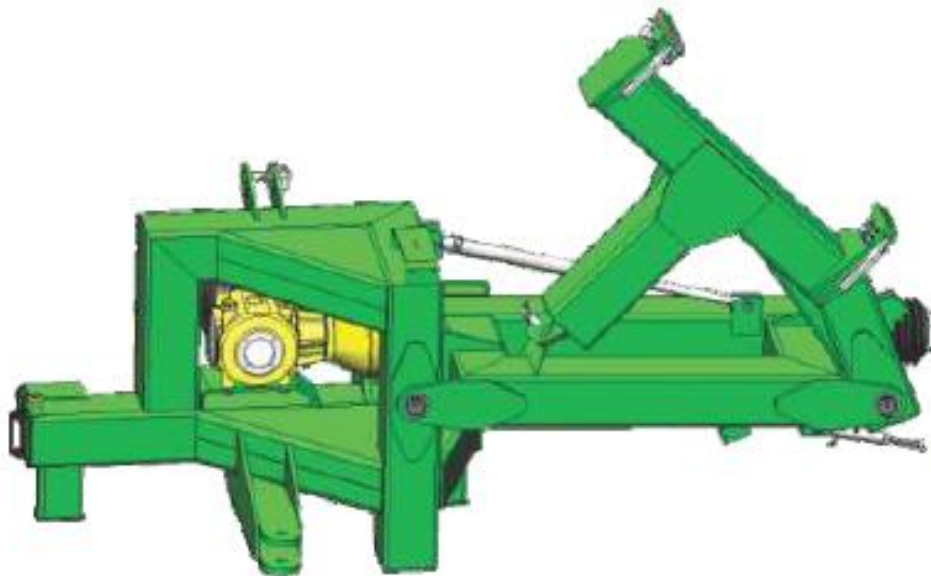


**Figura 51: Características Técnicas JF AT1600.**

FUENTE: Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020).

#### 4.4.4. Diseño de acople

La picadora cuenta con 2 cuerpos uno que se acopla al enganche de 3 puntos del tractor (brazo) y la otra que se encarga de realizar el picado (maquina y cabezal), ambos cuerpos se pueden separar, al separarse podemos remolcar el cuerpo de la picadora instalando un acople diseñado especialmente para esta picadora.



**Figura 52: Brazo JF AT1600.**

Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020).



**Figura 53: Brazo JF AT1600.**

Tomado de JF Máquinas Agrícolas (2020).



#### 4.4.5. Modelo de acople



**Figura 54:** Acople para picadora de forraje.

Como se muestra en la figura anterior, el acople tiene por un lado un enganche de 3 puntos en el cual estará enganchado a la maquina (cabezal) y por el otro el acople al tiro, el cual ira instalado al tiro del brazo de la picadora como se muestra en la Figura 55.



**Figura 55:** Acople instalado en la picadora de forraje JF AT1600.

#### 4.4.6. Prueba

Se realizó el acople de la picadora según lo indicado y se procedió a trasladarse de una parcela a otra.



**Figura 56: Traslado JF AT1600.**

El tractor junto a la picadora se trasladó sin ningún contratiempo, el acople facilita en gran manera el desplazamiento del tractor haciendo que este sea a mayor velocidad disminuyendo el tiempo de traslado de una parcela a otra.

- Si bien el acople funciona muy bien, aún falta realizar algunos ajustes como reforzar el enganche al tiro, ya que, este al tener rozamiento va a producir desgaste.
- Otra modificación que se tiene que realizar es tener el acople alineado con la picadora, al momento de realizar la instalación del acople se nota una elevación generada por los puntos de acople en la máquina (cabezal).

#### 4.4.7. Beneficio: Transporte del tractor e implemento con mayor facilidad

Este acople permite que la picadora al momento del traslado se enganche a la parte posterior del tractor, reduciendo el ancho de tractor e implemento, ya que, el implemento viaja detrás del tractor, esto permite un traslado más seguro y en menor tiempo.

#### 4.4.8. Costo del Acople

La siguiente tabla nos muestra el costo del acoplo.

**Tabla 6: Costos del acople**

|                     | <b>Dólares</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Total</b>    |
|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Materiales</b>   | \$150          | 1               | \$150.00        |
| <b>Mano de obra</b> | \$180          | 1               | \$180.00        |
|                     |                | <b>Total</b>    | <b>\$330.00</b> |

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- Los tractores JD modelo 5065E y 5090EH modificados son unas buenas opciones para los trabajos de pulverización en cultivos de gran altura.
- Un tractor bien configurado y dimensionado puede remolcar pesos muchos mayores a su propio peso, siempre y cuando cuente con un buen remolque,
- La instalación de llantas duales no solucionó el problema de patinaje y atollamiento, para estos casos se tiene que modificar el implemento o compactar el suelo utilizando un rodillo.
- El acople construido soluciono el problema del traslado del implemento, realizando esta labor de forma segura y en menos tiempo.

### **5.2. Recomendaciones**

- En los tractores elevados a zancudos el centro de gravedad se eleva, por esta razón se tiene que tener mucho cuidado al momento de realizar maniobras, ya que, el tractor es más proclive a sufrir accidentes.
- Al remolcar pesos elevados se tiene que reforzar la barra de tiro u optar por otra forma de acople como podría ser acoplar el remolque al enganche de tres puntos, esto reforzaría el punto de acople.
- Para lograr un mejor trabajo del tractor en pendientes y suelos arenosos, se debe configurar también el implemento, estoy ayudaría a realizar la labor de mejor manera.
- Para mejorar el acople fabricado se debe reforzar los puntos de enganche y buscar mantener en el mismo nivel el acople con los enganches para así evitarnos rozamiento y fuerzas verticales actuando en tiro.

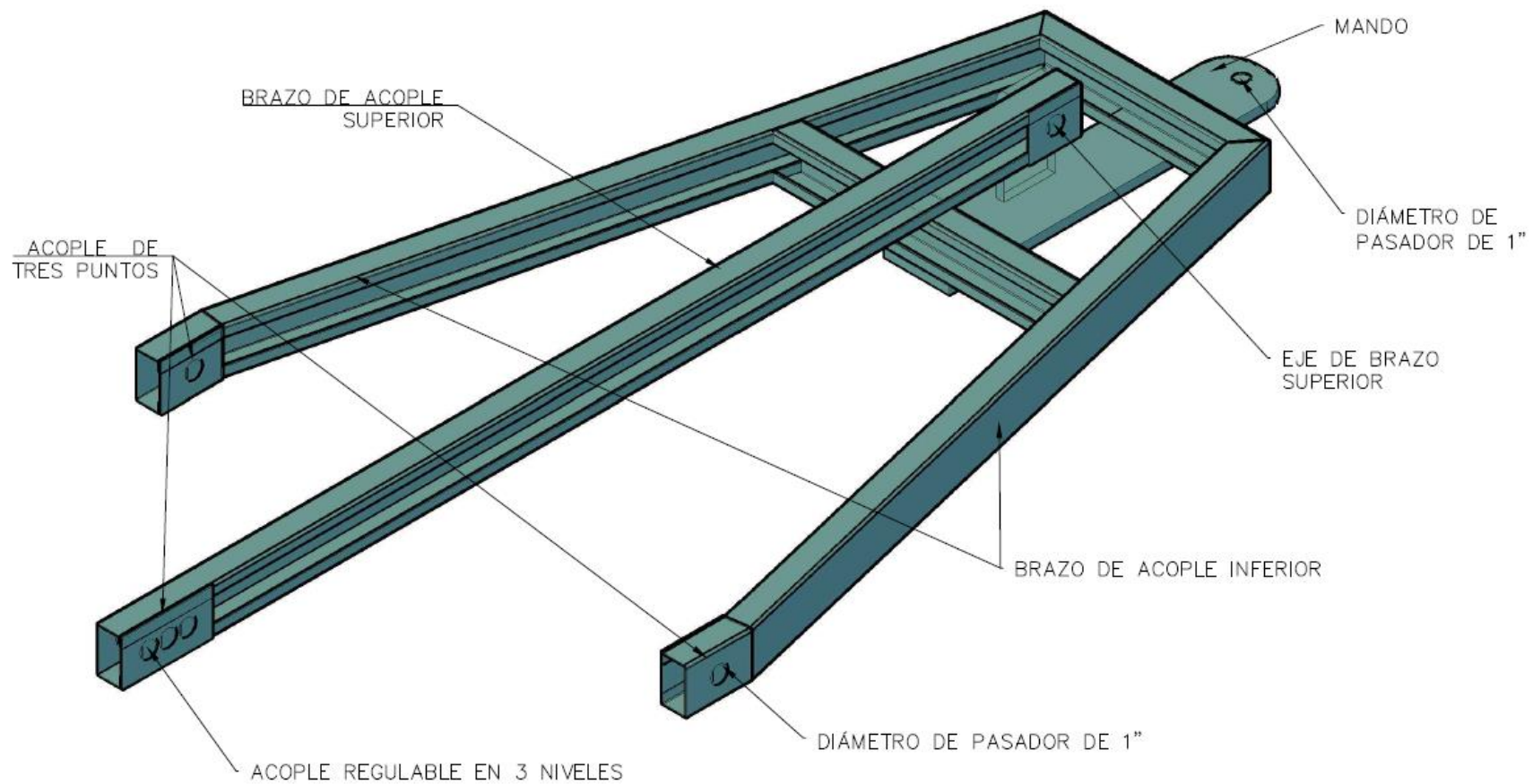
## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnal Atares, P. V., & Laguna Blanca, A. T. (2005). Motores Agrícolas. Mundi-Prensa.
- Buckingham, F. (1981). Mantenimiento de maquinarias (No. 631.372/B923).
- Di Prinzi, A. P., Magdalena, C., & Behmer, S. N. (2011). El tractor en cultivos intensivos: nociones de uso y funcionamiento (No. 631.372). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina). Universidad Nacional del Comahue.
- Donato de Cobo, L. B. (1988). Selección y dimensionamiento de la maquinaria agrícola en función de la potencia y condiciones de trabajo. (No. F010. 063). FAO.
- JF Máquinas Agrícolas. (2020). Manual Operado, Picadora de Forraje modelo JFAT1600.
- John Deere. (2018). Manual del operador, Tractor John Deere modelo 5065E TS. Recuperado de [http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869\\_63/?tM=HO](http://manuals.deere.com/omview/OMSJ20869_63/?tM=HO)
- John Deere. (2018). Manual del operador, Tractor John Deere modelo 5075E DT. Recuperado de <https://www.deere.com/latin-america/es/tractores/tractores-utilitarios/5075e/>
- John Deere. (2016). Manual del operador, Tractor John Deere modelo 5090EH DT. Recuperado de [http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342\\_19/toc.html](http://manuals.deere.com/omview/OMSU48342_19/toc.html)
- John Deere. (2015). Manual del operador, Tractor John Deere modelo 5090EN DT. Recuperado de <https://www.deere.com/latin-america/es/tractores/tractores-utilitarios/5090en/>

- Lallana, M. (2020). Tractores Zancudos: ¿Cómo son? ¿Para qué sirven? Modelos y Precios. Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/tractores-zancudos/>
- Lallana, M. (2020). Remolques Agrícolas: Tipos, Marcas, Precios y Más. Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/remolques-agricolas/>
- Muñoz, L. (2017). Tipos de Máquinas Agrícolas según Función, Enganche, Accionamiento. Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/tipos-de-maquinas-agricolas/>
- Otero, P. (2019). Maquinaria para Aplicación de Fitosanitarios: Guía Completa. Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/maquinaria-para-aplicacion-de-fitosanitarios/>
- Revuelta, M. (2017). Lastrado: tipos, ventajas y desventajas ¿Debemos lastrar los neumáticos? Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/lastrado-neumaticos-agricolas/>.
- Tebar, V. (2020). Rodadura, Tracción y Deslizamiento en el Tractor. Mejorar el rendimiento. Recuperado de <https://www.tractoresymaquinas.com/rodadura-en-los-tractores/>

## **VII. ANEXOS**

**Anexo 1: Plano 1. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE (Vista Isometrica)**



**VISTA ISOMETRICA**



**ACOPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE**

DISEÑADOR: JORGE OLIVERA MANCO

REVISOR:

FECHA:

ESCALA:  
1/7.5

PL N°:  
**01**

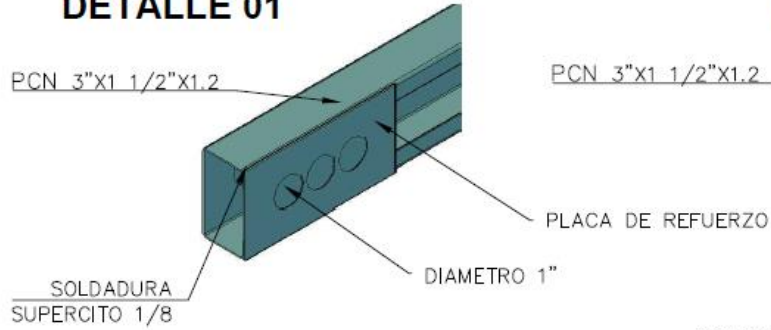


**Anexo 2: Plano 2. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE (Vista  
Planta)**

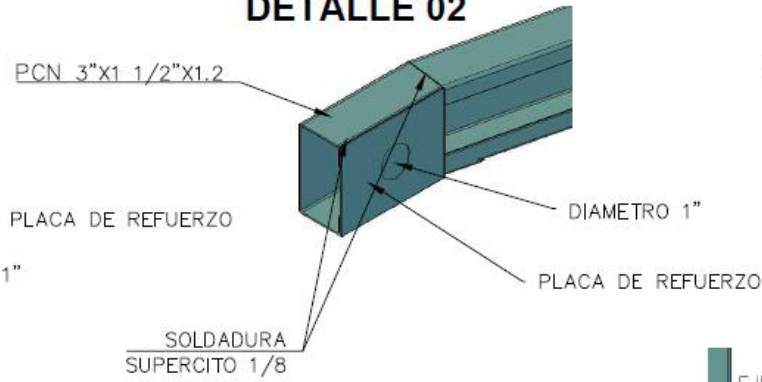


**Anexo 3: Plano 3. ACOUPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE (Plano de Detalles)**

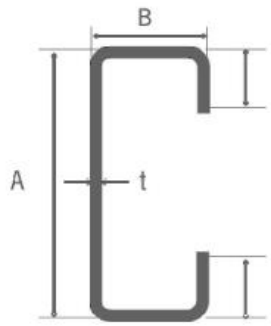
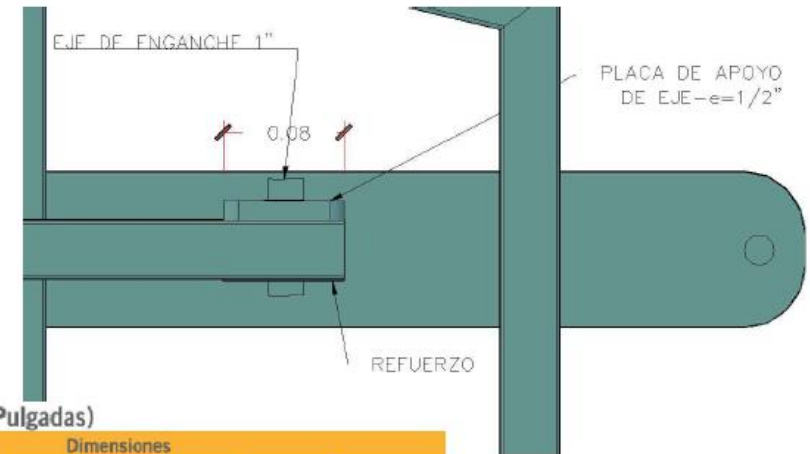
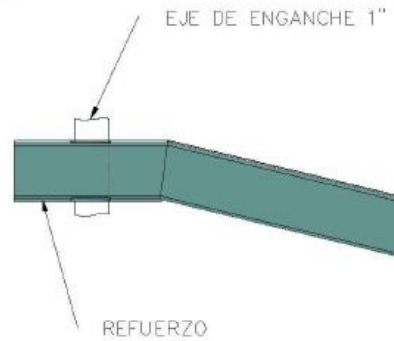
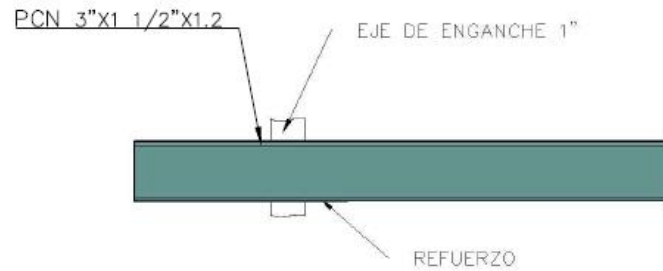
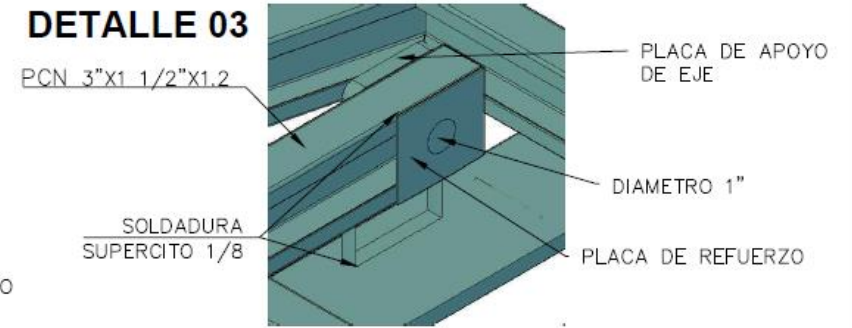
### DETALLE 01



### DETALLE 02



### DETALLE 03

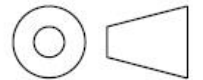


PCN □ x □ x □ Designación  
 t: Espesor (mm)  
 B: Aletas (in/mm)  
 A: Altura (in/mm)  
 PERFIL C NEGRO

Perfil negro de sección C (Referencias En Pulgadas)

| Referencia     | Dimensiones   |               |                |                           |          |                      |
|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------------------|----------|----------------------|
|                | A Altura (mm) | B Aletas (mm) | t Espesor (mm) | Peso metro nominal (kg/m) | Fy (ksi) | Unidades por paquete |
| PCN3x1-1/2x1.2 | 76.20         | 38.10         | 1.20           | 1.52                      | 30       | 70                   |

### PLANO DE DETALLES



### ACOPLE PARA TRASLADO DE PICADORA DE FORRAJE

DISEÑADOR: JORGE OLIVERA MANCO

REVISOR:

FECHA:

ESCALA:  
1/5

PL N°:  
03