



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**ÍNDICE DE MECANIZACIÓN, OFERTA Y DEMANDA DE  
TRACTORES AGRÍCOLAS EN CINCO PROVINCIAS DE LA  
REGIÓN PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. WASHINGTON OSCAR LLANO GALLEGOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2021**



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a los docentes por sus enseñanzas impartidas para mi formación profesional.

A los miembros del jurado calificador de la presente investigación, por sus sugerencias y recomendaciones para la mejor redacción del trabajo de investigación.

A **Ing. M.Sc. Dawes Ramos Alata**, por su acertada dirección, durante la conducción de la presente investigación, además de la redacción de la Tesis. A mis compañeros de estudios, quienes de alguna forma me incentivaron para la ejecución y culminación del trabajo de investigación.



# ÍNDICE GENERAL

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 11**

**ABSTRACT..... 12**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1 OBJETIVO GENERAL ..... 16**

**1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 16**

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1 MARCO TEORICO ..... 17**

2.1.1 Mecanización agrícola ..... 17

2.1.2 Mecanización en la agricultura moderna ..... 19

2.1.3 Mecanización en el Perú ..... 20

2.1.4 Maquinaria agrícola ..... 25

2.1.5 Tractor agrícola..... 26

2.1.6 Clasificación de los tractores agrícolas según la potencia ..... 27

2.1.7 Tipos de tractores agrícolas ..... 30

2.1.8 El índice de mecanización (Im) ..... 34

2.1.9 Marcas de tractores ..... 45

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**3.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN..... 48**



<b>3.2</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>48</b>
<b>3.3</b>	<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4</b>	<b>TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5</b>	<b>VARIABLES DE RESPUESTA .....</b>	<b>49</b>
<b>3.6</b>	<b>OBSERVACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>3.7</b>	<b>CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>50</b>
<b>3.8</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>51</b>

#### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1</b>	<b>ÍNDICE DE MECANIZACIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2</b>	<b>OFERTA Y DEMANDA .....</b>	<b>60</b>
4.2.1	Potencia disponible por provincia.....	60
4.2.2	Superficie cultivada por provincia.....	63
4.2.3	Número de tractores por provincia .....	63
<b>4.3</b>	<b>ESTADO Y CONSERVACIÓN .....</b>	<b>71</b>
4.3.1	Estado de operatividad de los tractores agrícolas .....	71
4.3.2	Estado de conservación de tractores agrícolas.....	72
4.3.3	Mantenimiento de tractores agrícolas .....	73
4.3.4	Capacitación a los operarios de tractor agrícolas.....	75
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>86</b>

**Área :** Ciencias Agrícolas.

**Línea :** Economía, Innovación y Extensión Agraria.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 27 de Agosto del 2021.



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Tractor 2 x 4 (izquierda) y Tractor 4 x 4 (derecha).....	31
<b>Figura 2.</b> Tractor agrícola articulado.....	31
<b>Figura 3.</b> Tractor agrícola de oruga.....	32
<b>Figura 4.</b> Lastrado voladizo delantero (izquierda) y Contrapeso en aro trasero (derecha).....	33
<b>Figura 5.</b> Lastrado hidráulico .....	34
<b>Figura 6.</b> Interpretación del concepto de potencia. El sistema internacional de unidades considera Kw como unidad de potencia (1 CV=0,735 Kw) .....	36
<b>Figura 7.</b> Tractor de 4x 4 marca John Deere.....	46
<b>Figura 8.</b> Tractor marca Massey Ferguson 4x 4.....	46
<b>Figura 9.</b> Tractor marca New Holland 4x 4 .....	47
<b>Figura 10.</b> Tractor marca Ford 4x2 .....	47
<b>Figura 11.</b> Índice de mecanización HP/ha. por instituciones Municipios y Agencias Agrarias en las diferentes provincias de Puno.....	56
<b>Figura 12.</b> Índice de mecanización por cada provincia.....	59
<b>Figura 13.</b> Potencia ofrecida (kw) por provincias.....	62
<b>Figura 14.</b> Superficie cultivada por provincia.....	63
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de participación por marcas 2019 a nivel nacional.....	65
<b>Figura 16.</b> Número de tractores por municipio y Agencias Agrarias .....	67
<b>Figura 17.</b> Oferta y demanda de horas maquina requerida por provincia.....	70
<b>Figura 18.</b> Porcentaje operatividad de tractores agrícolas por Municipio y Agencia agraria. ....	71



<b>Figura 19.</b>	Estado de conservación de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria. ....	73
<b>Figura 20.</b>	Mantenimiento de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria..	74
<b>Figura 21.</b>	Capacitación a operarios para el mantenimiento de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria. ....	75
<b>Figura 22.</b>	Tractor Massey Ferguson modelo 290, de la provincia de Puno, del distrito de Capachica en buen estado de operatividad. ....	116
<b>Figura 23.</b>	Tractor Agrícola de la provincia de San Román, marca John Deere .....	116
<b>Figura 24.</b>	Horómetro de un tractor Agrícola. ....	117
<b>Figura 25.</b>	Rastra pesada de la Provincia de Puno, del distrito de Paucarcolla. ....	117
<b>Figura 26.</b>	Tractor Massey Ferguson 290 inoperativo (Cupi).....	118
<b>Figura 27.</b>	Empacadora de forrajes que trabaja con tractor New Holland agrícola del distrito de Paucarcolla. ....	118
<b>Figura 28.</b>	Tractor agrícola New Holland TS 110 del taller de la provincia de Azángaro.....	119



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Principales variables agrícolas para América del Sur.....	22
<b>Tabla 2.</b> Distribución de tierras y tractores a nivel nacional.....	23
<b>Tabla 3.</b> Patrones de uso y tenencia de la tierra y de mecanización en el Perú .....	24
<b>Tabla 4.</b> Ubicación de las provincias en estudio sobre índice de mecanización.....	48
<b>Tabla 5.</b> Índice de mecanización por Provincias respecto a las instituciones.....	55
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para índice de mecanización por instituciones y provincias.....	57
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Duncan para instituciones respecto al índice de mecanización. .	58
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza para potencia ofrecida por instituciones y provincias.	61
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Duncan para instituciones respecto a la potencia ofrecida. ....	61
<b>Tabla 10.</b> Número de tractores, estado, marcas, años, potencias y costo operativo estimado por provincias y por instituciones.....	66
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para cantidad de tractores por instituciones y provincias. ....	68
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Duncan para instituciones respecto a la cantidad de tractores. ...	69
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Duncan para instituciones respecto a la cantidad de tractores. ...	69
<b>Tabla 14.</b> Superficie cultivada (has) de las provincias en estudio. ....	86
<b>Tabla 15.</b> Datos de tractores de la provincia de Puno.....	89
<b>Tabla 16.</b> Datos de tractores de la provincia de El Collao.....	91
<b>Tabla 17.</b> Datos de tractores de la provincia de Azángaro.....	93
<b>Tabla 18.</b> Datos de tractores de la provincia de Melgar.....	95
<b>Tabla 19.</b> Datos de tractores de la provincia de San Román.....	97



<b>Tabla 20.</b> Datos de tractores de la Agencia Agraria Salcedo – Puno.....	99
<b>Tabla 21.</b> Datos de tractores de la Agencia Agraria El Collao .....	100
<b>Tabla 22.</b> Datos de tractores de la Agencia Agraria Azángaro .....	101
<b>Tabla 23.</b> Datos de tractores de la Agencia Agraria Melgar .....	102
<b>Tabla 24.</b> Datos de tractores de la Agencia Agraria San Román.....	103
<b>Tabla 25.</b> Índice de mecanización por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno .....	104
<b>Tabla 26.</b> Número de tractores por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno .....	104
<b>Tabla 27.</b> Potencia ofrecida por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno .....	105
<b>Tabla 28.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Puno .....	105
<b>Tabla 29.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de El Collao .....	106
<b>Tabla 30.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Azángaro .....	106
<b>Tabla 31.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Melgar .....	107
<b>Tabla 32.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de San Roman .....	107
<b>Tabla 33.</b> Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por Agencias Agrarias .....	107
<b>Tabla 34.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Puno (N°) .....	108
<b>Tabla 35.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Puno (%).....	108



<b>Tabla 36.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de El Collao (N° y %) .....	108
<b>Tabla 37.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Azángaro (N°).....	109
<b>Tabla 38.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Azángaro (%).....	109
<b>Tabla 39.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Melgar (N°) .....	109
<b>Tabla 40.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Melgar (%).....	110
<b>Tabla 41.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de San Román (N°).....	110
<b>Tabla 42.</b> Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de San Román (%).....	110
<b>Tabla 43.</b> Estado de conservación de tractores por Agencias Agrarias por provincias .....	111
<b>Tabla 44.</b> Modelo de costo operativo para tractor agrícola de 85HP(63.41 Kw) .....	111



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

C.M.	: Cuadrados medios
Dist.	: Distrito
DBCA	: Diseño Bloque Completamente al Azar
F.V.	: Fuente de variación
Fc.	: F calculada
G.L.	: Grados de libertad
ha	: Hectárea
Has	: Hectáreas
HP	: Hors Power (caballo de fuerza)
IM	: Índice de mecanización
Pot.	: Potencia
Prov.	: Provincia
Sup. Cult.	: Superficie cultivada
S.C.	: Suma de cuadrados
N°	: Número
m.s.n.m.	: metros sobre el nivel del mar
%	: Porcentaje
*	: Significativo
**	: Altamente significativo



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó tomando como referencia las provincias de: Puno, Azangaro, Melgar, El Collao y San Roman, a nivel de provincias y Agencias Agrarias, con el propósito de conocer el índice de mecanización, la oferta y demanda de horas máquina y el estado de conservación de los tractores agrícolas siendo el problema principal el desconocimiento del índice de mecanización, siendo los objetivos a) determinar el índice de mecanización, b) oferta y demanda y c) estado de conservación de los tractores agrícolas, siendo este un trabajo de investigación descriptivo no experimental y para evaluar los datos obtenidos como índice de mecanización, se analizó mediante Bloque completamente al azar, donde los bloques correspondieron a los Municipios y Agencias Agrarias y los tratamientos fueron las provincias, siendo los resultados los siguientes: sobre el índice de mecanización; a nivel de provincias se observó que la provincia de Melgar presentó el mejor índice con 0.169HP/ha y el más bajo la provincia de Puno con 0.118HP/ha, a nivel de distritos el mejor índice lo presento Azángaro y Llalli con 0.288 HP/ha y 0.279 HP/ha respectivamente. La mayor oferta de tractores agrícolas lo tiene la provincia de Melgar que tiene un promedio de 52 tractores entre municipios y Agencias Agrarias y pueden ofertar un total de 24 960 h. mientras que la oferta más baja es de la provincia de El Collao con tan solo 9 tractores, en cuanto a la demanda la mayor es en la provincia de Puno con 113 154,16h. En cuanto al estado y conservación de tractores agrícolas por provincia y Agencia Agraria se observó, que en estado de excelente se tiene a la provincia de Azangaro con 33.33% y San Roman con 25.83% de sus tractores.

**Palabras Clave:** Índice de mecanización, mantenimiento y conservación, oferta y demanda, tractores agrícolas.



## ABSTRACT

The present research work was carried out taking as reference the provinces of: Puno, Azangaro, Melgar, El Collao and San Roman, at the level of provinces and Agrarian Agencies, with the purpose of knowing the index of mechanization, supply and demand of machine hours and the state of conservation of agricultural tractors, the main problem being the ignorance of the mechanization index, the objectives being a) to determine the index of mechanization, b) supply and demand and c) state of conservation of agricultural tractors, being this a non-experimental descriptive research work and to evaluate the data obtained as a mechanization index, it was analyzed by means of a completely random Block, where the blocks corresponded to the Municipalities and Agrarian Agencies and the treatments were the provinces, the results being the following: on the index of mechanization; At the provincial level, it was observed that the province of Melgar presented the best index with 0.169HP / ha and the lowest the province of Puno with 0.118HP / ha, at the district level the best index was presented by Azángaro and Llalli with 0.288 HP / ha and 0.279 HP / ha respectively. The largest supply of agricultural tractors is in the province of Melgar, which has an average of 52 tractors between municipalities and Agrarian Agencies and can offer a total of 24,960 hours. While the lowest supply is from the province of El Collao with only 9 tractors, in terms of demand the highest is in the province of Puno with 113 154.16h. Regarding the state and conservation of agricultural tractors by province and Agrarian Agency, it was observed that the province of Azangaro is in excellent condition with 33.33% and San Roman with 25.83% of its tractors.

**Keywords:** Mechanization index, supply and demand, maintenance and conservation, agricultural tractors.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

A través de la historia de la agricultura y de la humanidad, el hombre ha fabricado diversidad de utensilios y herramientas manuales, algunas de ellas acopladas a animales, de las cuales se ha valido para facilitar las labores agrícolas, buscando economía energética, eficiencia y productividad. Hoy en día, estas técnicas aún coexisten, no sin dificultades y confrontación. Las que, a su vez, con el desarrollo de la tecnología van siendo desplazadas por máquinas y equipos de mayor potencia y capacidad de operación (Cortés, 2009).

Para el productor agropecuario, la agricultura mecanizada es principalmente atractiva porque permite una reducción de costos de la producción, reducción de tiempo y trabajo, particularmente en tiempos de ocupación laboral intensiva como en los períodos de siembra simplificando y reduciendo los costos de inversión (Garduño et al. 2018).

Como todas las máquinas agrícolas ha tenido una evolución y una adaptación gracias a la cual, hoy, son las máquinas más útiles en la agricultura sirviendo como índice que permite medir el grado de mecanización de la agricultura de los países. A nivel de predio, región y país debe existir una relación armónica, de capacidad de trabajo y costos, entre la demanda de tractores y de máquinas de los sistemas productivos y la disponibilidad de ellas. La sobre mecanización causa un aumento de los costos fijos o de propiedad con la consiguiente menor rentabilidad, como asimismo de cesantía rural; por otro lado, la falta de potencia y de máquinas ocasiona una pérdida en la oportunidad de ejecución de las faenas con reducción del área cultivada, disminución de los rendimientos y producción, con la consiguiente menor rentabilidad (Slater, 2008).



En Perú, la superficie de producción agrícola es aproximadamente el 4.26 % de la superficie total del país, lo cual equivale a 5'476,977 has. De esta superficie, alrededor de 1'500,000 has forman la superficie agrícola mecanizable (Valdiviezo, 2012).

Actualmente por ello, el uso de la maquinaria agrícola se ha hecho indispensable para el hombre ya que con ella tiene más a tiempo su terreno preparado para su siembra. La FAO indica que para considerar que un país latinoamericano tenga un nivel de mecanización agrícola aceptable, este índice debe ser cuando menos de 0,37 Kw/Ha. (0.5 hp/ha. aprox.). Y para países en desarrollo debería ser 0.75 Kw/Ha (1 hp/ha) (FAO, 2012).

Según los datos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012 realizado por el INEI, se puede calcular que Perú apenas registra un índice de 0,3 hp/ha. (Asumiendo una potencia promedio de 90 hp del motor, por cada tractor en operación y considerando la superficie mecanizada total (INEI, 2012).

El mercado de maquinaria agrícola, está compuesto por diversas categorías tales como tractores, cosechadoras entre otras, las cuales han sido hasta la fecha una de las categorías de mayor dinamismo, si se compara con el resto de las familias de productos que componen los agroinsumos en este sector. Se identifican diversas maquinarias de demanda en este mercado. El primero de ellos, tiene relación con la intensidad de mecanización de los agricultores, como consecuencia de la búsqueda de mayor eficiencia productiva a bajo costo. (Mac-Cardé, 2019).

Esto impulsa una mayor demanda de maquinaria especializada para lograr mejorar la competitividad de los agricultores. Lo anterior, también va de la mano con otro factor que ha impulsado la adquisición de equipos especializados, la búsqueda de una mayor



calidad de productos para ingresar a mercados extranjeros de alto valor para nuestros cultivos (Mac-Carte, 2019).

Por otro lado, la escasez de mano de obra, bien sabida en el sector agrícola, es otro problema, dado que muchos trabajadores buscan mejores condiciones en otros sectores de la economía; por ejemplo: el comercio, lo cual ha obligado a utilizar maquinaria para sustituir la mano de obra que hoy no está disponible (Mac-Carte, 2019).

La mecanización agrícola en la región Puno tiene una función de servicio y es uno de los factores más importantes de la producción agrícola. Contribuye además a incrementar el rendimiento del trabajo en el campo y por lo tanto aumentar los ingresos de los agricultores y mejorar su nivel de vida. Los medios técnicos utilizados y sus efectos sobre el suelo, la planta, animales y el hombre (fuerza de trabajo) son de gran importancia, es decir la interrelación entre la técnica, la biología y la economía de la empresa es fundamental. Existe una relación muy estrecha entre la técnica agrícola y el factor de producción trabajo, razón por la cual la economía del trabajo (Gómez, 2008)

Por lo manifestado anteriormente, el problema en asunto es la falta de información referente a la oferta y demanda de tractores por cada provincia de la Región Puno y la disponibilidad de la superficie agrícola dentro de cada distrito, siendo así el objetivo de estudio es presentar una visión del índice de mecanización en cinco provincias de la Región Puno: Puno, San Román, El Collao, Melgar y Azángaro, además de otras instituciones y personas particulares; y los resultados que se obtengan permitirá tener un conocimiento más certero sobre la oferta y demanda de los tractores en estas cinco provincias de la Región Puno.



Por lo manifestado anteriormente, se ha planteado los siguientes objetivos:

#### **4.1.OBJETIVO GENERAL**

Estimar los índices de mecanización agrícola, oferta y demanda de tractores agrícolas dentro de las provincias de: Puno, San Román, El Collao, Azángaro y Melgar en la Región de Puno. Evaluar el estado de conservación de los tractores agrícolas de las provincias.

#### **4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar el índice de mecanización agrícola de las cinco provincias: Puno, San Román, El Collao, Azángaro y Melgar en la región de Puno.
- b) Determinar la oferta y demanda de tractores agrícola de las provincias de Puno, San Román, El Collao, Azángaro y Melgar en la Región de Puno.
- c) Evaluar el estado de conservación de los tractores agrícolas de las provincias de Puno, San Roman, El Collao, Azangaro y Melgar en la Región Puno.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEORICO

##### 2.1.1. Mecanización agrícola

La mecanización consiste en usar diferentes máquinas, equipos y sistemas en la producción agrícola, con el objetivo de aumentar la productividad y buscar un desarrollo sostenible de las actividades agropecuarias. Se entiende por mecanización agrícola al componente de la ingeniería aplicado en todos sus aspectos al desarrollo agrícola y rural (Peralvo, 2010).

En muchos países industrializados la investigación en ciencias agrícolas ha posibilitado que la producción agrícola exceda los requerimientos nacionales de alimentos; los avances complementarios en ingeniería agrícola (especialmente en mecanización agrícola) han ayudado a que ello fuera una realidad (Smith et al., 1994).

La motorización generalizada y la intensificación de la producción, constituyen el camino fundamental para el desarrollo de la agricultura en las áreas con las condiciones físicas para ello, y de esta manera contribuir a alcanzar la satisfacción de la creciente demanda de productos agrícolas en el país (Durán, 2000).

La mecanización es un proceso mediante el cual se incorporan diferentes clases y tipos de máquinas, equipos y herramientas en el proceso productivo de los cultivos, con el propósito de lograr una mayor eficiencia técnica y económica, que permita al agricultor una mayor producción y productividad de sus predios. La mecanización agrícola



comprende toda la maquinaria agrícola accionada por medios mecánicos que utilizan fuerza motriz proveniente de motores de combustión de elementos líquidos (Diésel, gasolina, alcohol), gas (Biogás, gas natural, propano etc.) o combustibles sólidos (Carbón, leña, desechos vegetales, etc.), siendo el motor Diésel el que se ha convertido en la principal fuente de fuerza motriz en la maquinaria agrícola, gracia a su gran eficiencia y menores costos operativos con respectos a los otros motores (Donaire, 2014).

Por tanto, la mecanización agrícola incluye la incorporación de todos aquellos aparatos que se utilizan para el aprovechamiento de las tierras agrícolas, desde las fases de adecuación de los terrenos, siembra, producción, cosecha, post cosecha y transformación de las materias primas, permitiendo en muchos casos la incorporación de nuevas tierras a la producción de alimentos, como la obtención de más de una cosecha al año. Se puede concluir, que el uso eficiente de maquinaria agrícola moderna adecuada, teniendo en cuenta el relieve del terreno, como la disponibilidad de recursos financieros, integrada a otras tecnologías de producción racional, promueve el crecimiento económico al aumentar la productividad de los predios, sin causar mayor impacto al ambiente y sin causar desempleo en zonas donde la mano de obra es abundante (Guzmán, 2015).

Donaire (2014), indica que, la selección de maquinaria para una finca o terreno agrícola, implica que el usuario potencial analice la información relacionada con:

- Situación económica actual del agricultor y los cambios a que se verá sometido.
- Información relacionada con el rendimiento probable de las máquinas.
- La rentabilidad, compatibilidad y uso sostenible.
- Riesgos mínimos dentro de la infraestructura técnica, económica y social ya existente o que pueda mejorarse



### **2.1.2. Mecanización en la agricultura moderna**

La producción de alimento para la creciente población hace que cada día sea mayor el aprovechamiento de los adelantos científicos y técnicos para lograr nuevas tecnologías, variedades de productos agrícolas y medios de mecanización, a fin de obtener mayor productividad y eficiencia en el campo. Todas las actividades económicas que abarca el sector agrícola, tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del hombre: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos y tubérculos (Friedrich, 1980).

La agricultura campesina en su interacción con los factores de producción muestra sus limitaciones fundamentalmente en reducidas superficies de producción, formas de dominio de la tierra y baja calidad del suelo de que disponen los campesinos. Además, Friedrich (1980), el factor capital se encuentra muy distante de las necesidades mínimas de la familia, pudiendo constatarse en forma generalizada la escasez de bienes de capital físico, como equipos agrícolas e infraestructura. En este sentido, predomina la utilización de instrumentos agrícolas rústicos y una escasa o nula capacidad de ahorro. Junto con esto, se puede apreciar un bajo acceso al crédito (IICA, 1980).

La relación existente entre el uso de mecanización agrícola y los factores socioeconómicos que determinan un proceso de desarrollo rural, quedan de manifiesto en lo citado por Ibáñez (1986), quien aludiendo a un estudio realizado por FAO señala: La mecanización agrícola es parte integral del desarrollo técnico, económico y social de las áreas rurales. Los países en desarrollo tratan de aumentar la producción de alimentos para



mantenerla concordante con el rápido crecimiento de la población, utilizando la mecanización como uno de los más importantes recursos de producción (Guzmán, 2015).

### **2.1.3. Mecanización en el Perú**

Como en todos los países en vías de desarrollo, en el Perú la agricultura juega un papel importante en la economía nacional; sin embargo, de sus 128 millones de hectáreas, sólo 2 millones son cultivadas y 1 millón están cubiertas de pastos, alrededor de 90% de parcelas tienen menos de 10ha, de las cuales el 80% son de menos de 5ha, siendo estas pequeñas explotaciones las que albergan a la mayor parte de la población (Web y Fernández, 2017).

Varios son los inconvenientes que hacen difícil incrementar los estándares de mecanización en Perú, la mayoría de ellos se debe al bajo nivel técnico de los usuarios, bajos ingresos de los productores, precios altos de los insumos, falta de crédito, fisiografía diversa, estratificación de la tierra, falta de asistencia técnica y servicios pos venta sobre los insumos de mecanización, entre otros. Debido a estas características, la agricultura en Perú es mayormente ejecutada a base de herramientas manuales y/o de tracción animal; la costa es la excepción, donde es posible observar los más altos índices de mecanización, pero no supera el 0.25kw/ha, que es un nivel muy bajo para los índices alcanzados internacionalmente (Rodríguez y Orbegozo, 2018).

Consecuentemente, y dados los escenarios diferentes en que se desarrolla la agricultura en el Perú, donde las tecnologías de mecanización con sus servicios colaterales y estrategias no siempre son compatibles con los patrones culturales, ecológicos y socioeconómicos de la población rural, era necesario llevar a cabo una investigación a nivel de finca, que permita identificar plenamente los sistemas de



producción a partir de las prácticas agrícolas y perspectivas socio económicas y culturales del agricultor. En este contexto, se ha planteado ejecutar el método de investigación agrícola a nivel de finca (FSR: Farming Systems Research) y la técnica de evaluación rápida (RRA: Rapid Rural Appraisal), para caracterizar los sistemas de producción en base a sus limitaciones y potencialidades; sobre esta base identificar las tecnologías de mecanización dominante en cada uno de los estratos de producción individual y determinar las principales limitaciones que impiden su desarrollo (Darnhofer et al., 2012). En tecnificación agrícola, nos encontramos detrás de Brasil, Argentina, Uruguay y Chile, según un informe de la FAO. Asimismo, el informe señala que el Índice de Mecanización para el Perú debería ser: 1.0-1.5 hp-bt/ha (Potencia Promedio de un tractor de 60 hp-bt), para el cual, se requieren más de 25,000 tractores, personal calificado y una estructura adecuada de logística (Agraria.pe, 2011).

En lo referente a la Agricultura y mecanización agrícola en el Perú, Rodríguez y Orbezo (2018), manifiestan que el Perú (tabla 1) muestra un bajo porcentaje de tierra arable, aun cuando es el tercer país más grande de América del Sur; las grandes extensiones de tierra no utilizadas en la sierra y la exuberante vegetación en la selva hacen que estos valores sean así. La población que se dedica a la agricultura, como porcentaje del total de la PEA (Población Económicamente Activa) es una de las más altas después de Bolivia y Paraguay; esto es un indicador del bajo nivel de agricultura mecanizada que se practica en el país, pues todos los países desarrollados en el mundo tienen un porcentaje pequeño de su PEA dedicada a la agricultura y producción de alimentos en comparación a los otros sectores de la economía (ECLAC, et al, 2012). Los países en vías de desarrollo, sin embargo, utilizan entre el 50 y 90% de la PEA en el sector agricultura; por eso es esencial que en el largo plazo se bajen esos niveles y, más bien, se debe elevar los

estándares de la industria, lo cual sólo puede ser posible si se eleva la producción per cápita. Una forma de alcanzar este cometido es precisamente a través del mejoramiento de las tecnologías de mecanización utilizadas, conjuntamente con la práctica de una agricultura intensiva (Sims, 2010). Perú tiene un índice de mecanización (Im) de 0.24Kw/ha, uno de los más bajos en América del Sur, correspondiente a 507 individuos por tractor, que son indicadores de una agricultura con prácticas tradicionales; la FAO estima que el Im requerido para Perú debe ser entre 0.7 y 1.1 kw/ha, a la barra de tiro (Valdiviezo, 2011).

**Tabla 1.** Principales variables agrícolas para América del Sur.

País		Área (miles ha)		Población (miles)		Tractores			Im	
Total	Agrícola	%	Arable	%	Total	Agrícola	%	Agrícolas	(Kw/ha)	
Argentina	273669	147508	53.9	38057	13.9	41119	3043	7.4%	244320	0.4
Bolivia	108439	37086	34.2	3857	3.6	10248	4038	39.4%	6000	0.07
Brasil	845651	274837	32.5	72007	8.5	198361	19836	10.0%	788053	0.54
Chile	74880	15875	21.2	1318	1.8	17423	2248	12.9%	53915	0.45
Colombia	110870	43794	39.5	2102	1.9	47551	6752	14.2%	34700	0.45
Ecuador	24800	7341	29.6	1153	4.6	14865	2750	18.8%	14652	0.24
Paraguay	39730	20977	52.8	3902	5.3	6683	1945	29.1%	25823	0.25
Perú	128000	21504	16.8	3655	2.9	29734	6898	23.2%	16000	0.24
Uruguay	17481	14369	82.2	1811	10.4	3391	329	9.7%	36465	1.32
Venezuela	88205	21257	24.1	2593	2.9	29891	1704	5.7%	47000	0.73

Fuente: Elaborado por Rodríguez y Orbezo (2018), a partir de los datos mostrados en FAO (2014)

En la Tabla 2, confirma precisamente que las zonas costeras como Arequipa, Lambayeque, Piura, Ica, tienen la más alta productividad de sus cultivos, frente a otras áreas ubicadas en la sierra y la selva que, más bien, disminuyen esos valores. Estas

observaciones nos demuestran el rol que cumplen las tecnologías de mecanización agrícola en la producción y productividad de los cultivos, según comenta (Bone, 2016).

**Tabla 2.** Distribución de tierras y tractores a nivel nacional

REGION	TRACTORES			USO DEL SUELO (miles ha)						Im (Kw/há)
	C/T	W/T	Total	Ar	CP	Pas	For	Otros	Total	
Amazonas (Se)	5	15	20	540	607	607	2229	27615	34456	0
Andrés Avelino Cáceres (Si)	78	712	790	481	323	323	2140	1300	10153	0.08
Arequipa (Co)	44	766	810	155	230	230	825	0	6353	0.26
Chavín (Si)	21	259	280	140	40	40	595	190	3667	0.1
Graú (Co)	93	1037	1130	265	70	70	1100	315	4113	0.21
Inca(Si)	44	316	360	880	528	528	2757	5636	17528	0.02
Libertadores- Wari (Co)	62	1428	1490	325	56	56	1710	260	8651	0.23
José Carlos Mariátegui (Si)	36	434	470	1897	95	95	2670	540	10562	0.01
San Martín (Se)	211	619	830	390	205	205	690	2025	7560	0.11
Ucayali (Se)	7	23	30	600	450	450	1390	8975	13321	0
Lima - Callao (Co)	138	2472	2610	185	30	30	390	50	3397	0.71

Co: Costa; Si: Sierra; Se: Selva; Im: índice de mecanización; C/T: Tractor de cadenas; W/T: Tractor de ruedas; Ar: Arable; CP: Cultivo permanente; Pas: Pastoreo; For.: Uso forestal

\*Según última demarcación macro regional en los 90.

Fuente: Bone (2016)

La Tabla 3, muestra una categorización de tenencia de la tierra. En este cuadro se observa que mientras el 6.6% del total de tierras es explotada por el 77% de agricultores, que pertenecen al grupo que posee menos de 5ha, sólo el 0.2% posee más de 1000 ha que representa el 61.7% del área total. Este cuadro también muestra que un gran porcentaje

de pequeños agricultores ejecuta las labores agrícolas utilizando herramientas manuales y de tracción animal y menos tractores. Contrariamente los agricultores grandes tienen más tractores y animales, pero también mantienen un alto porcentaje de mano de obra.

**Tabla 3.** Patrones de uso y tenencia de la tierra y de mecanización en el Perú

ESTRATOS	USUARIOS	TECNOLOGÍA UTILIZADA EN LA AGRICULTURA											TOTAL	
		SUPERFICIE			HUMANA		MECÁNICA		ANIMAL		ANIMAL+MECÁNICA		USUARIOS	
		Total (Há)	Arable* (Há)	Há/estrato	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
< 1	483939	185000	93300	0.38	840.71	42.4	3693	1.9	103629	52.5	6997	3.5	198390	100
01 a 05	600425	1375000	987600	2.29	108371	30.11	37.43	2.3	375590	62.7	29712	5.0	599416	100
05 a 10	231840	2037000	1007800	8.79	82119	35.5	7956	3.4	126397	54.6	15040	6.5	231512	100
20 a 100	59592	2182000	469000	36.62	31199	52.4	2850	4.8	22202	37.3	3246	5.5	59497	100
100 a 500	11279	2151000	262000	190.71	6782	60.3	1105	9.8	2678	23.8	286	6.1	11251	100
500 a 1000	1615	1087000	63100	673.07	2259	60.0	306	8.1	910	24.2	287	7.6	3762	100
>1000	2187	1452800	584200	6642.89	**	...	**	...	**	...	**	...	...	...
TOTAL	1390877	23545000	3467000	...	386801	...	29653	...	631406	...	55968	...	1103828	...

\* No incluye terrenos de más de 5000 has

\*\* Valores no reportados

Fuente: Bone (2016)



#### 2.1.4. Maquinaria agrícola

En la actualidad toda la potencia necesaria para mover la maquinaria agrícola proviene de los motores de combustión interna montados en los diversos tractores. El nombre de tractor fue acuñado por primera vez el año de 1906 por un vendedor de maquinaria agrícola. El diseño del tractor ha ido variando considerablemente en el pasado y puede variar aun en el futuro, por ello a partir de 1920 el tractor ha ido incrementado su potencia y su eficiencia con nuevos mecanismos que han mejorado considerablemente la utilidad del tractor, este incremento ha tenido relación con el cambio gradual de combustible, desde el kerosene, gasolina y ahora todos los tractores consumen el diésel como combustible (Delgado, 2016).

Desde el punto vista económico es bueno tener la fuente de potencia separada (tractor); la idea es de obtener del tractor el uso máximo al acoplarle varios implementos, en cambio el costo de las máquinas autopropulsadas es elevado a menos que tenga un considerable uso anual (Hunt, 1986).

Los tractores cumplen los siguientes objetivos básicos (Herrandina, 1993):

- Desplegar la fuerza de tiro o tracción para la preparación de tierras y para jalar sembradoras, cultivadores, cosechadoras, remolques, entre otros.
- Producir fuerza mediante su polea para accionar máquinas estacionarias como bombas y molinos.
- Desarrollar potencia mediante su eje se toma de fuerza, para accionar los mecanismos de máquinas agrícolas, que son simultáneamente remolcados por el mismo tractor como segadoras y empacadoras.



- Desarrollo potencial mediante su sistema hidráulico para levantar, accionar y ejercer control remoto de máquinas que van montados en su parte trasera, por medio del enganche de tres puntos, además el chasis del tractor sirve como soporte de máquinas montadas en su parte delantera como los cargadores frontales y en su parte media de la barra de corte de forrajes.
- La fuerza de tracción del tractor depende de la potencia de su motor y las pérdidas que fluctúan alrededor del 40% al 50% en la barra de tiro y las pérdidas en la toma de fuerza son del 5% al 15% como máximo.

### **2.1.5. Tractor agrícola**

El tractor es un vehículo dotado de motor que le sirve para poder desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las distintas máquinas que se utiliza en la agricultura actual. En la mayoría de los casos, el tractor está dotado de ruedas neumáticas de las cuales, las traseras son motrices y de mayor tamaño que las delanteras, que son directrices; ahora bien, en algunos casos, tanto las ruedas traseras como las delanteras son motrices (Arnal, 2005).

Ortiz (2014), lo define como una “máquina automotriz autopropulsada con capacidad para remolcar, arrastrar y accionar otras máquinas”. Como ya se ha comentado, el tractor es una herramienta insustituible en el campo, las explotaciones agrarias presentan tipologías radicalmente diferentes, lo que justifica la existencia de una amplia variedad de tractores distintos para atender a las diversas necesidades. Constituye actualmente uno de los símbolos de identidad de la agricultura, ha sustituido a las caballerías como elemento de fuerza para la ejecución de los trabajos agrícolas, y forma parte característica del paisaje rural. Se desconoce con exactitud el número de tractores



agrícolas existentes en el parque nacional de nuestro país, por no llevarse un registro adecuado de este tipo de maquinarias, pues no poseen matriculas publicas los vehículos nuevos y menos los de segunda o repotenciados.

### **2.1.6. Clasificación de los tractores agrícolas según la potencia**

La clasificación específica de los tractores agrícolas en cuanto a la potencia a la barra de tiro, ha ido evolucionando a través del tiempo, tal es así cuando aparecieron los primeros tractores agrícolas de 10 Hp se consideraban potentes en la década de los 30; el tractor de gran potencia era de 30 Hp y así hasta la actualidad, donde se fabrican tractores de más de 500 Hp a la barra de tiro considerados como de gran potencia, consecuentemente variando el rango de clasificación desde los de pequeña potencia, los de mediana potencia y los de gran potencia. Ortiz (2005).

Según, Ortiz (2005). Los tractores se pueden clasificar desde diferentes puntos de vista:

**Potencia;** Según la potencia del motor, hay tractores de alta, de media y de baja potencia; un tractor de 120 o más caballos de fuerza, (HP), se considera de alta potencia; uno con potencia entre 50 y 119 caballos de fuerza es considerado como de potencia media y uno de 45 caballos de fuerza o menos, se clasifica de baja potencia. Parte de la potencia que ofrece el motor es utilizada en autopropulsar el tractor, el resto de potencia es para mover aquellos equipos que se acoplen o enganchen al tractor.

**Tracción;** Si la potencia del motor se transmite únicamente hacia las llantas traseras, ese tractor se clasifica como tractor de tracción sencilla; pero si la potencia se transmite hacia las llantas traseras y además hacia las llantas delanteras, el tractor es de doble tracción.



A continuación, se presenta una clasificación de las marcas de tractores más representativas:

Deere y Company (2011), manifiesta que, con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes, John Deere ofrece una amplia gama de productos agrícolas Tractores de 27 a 543 Hp para todas las necesidades, diseñados para reducir sus costos de producción aumentando su rentabilidad. Transmiten fuerza, transmiten confianza y producen resultados.

**a) Pequeña potencia (27 – 89 Hp).**- Se encuentra los siguientes tractores agrícolas: serie 3000 (27Hp), serie milenio (33 – 34 Hp), serie 5D (45 – 55 Hp), serie 5E (55 – 65 Hp), serie 5000 (77 – 89 Hp) y serie 5025 (77- 89 Hp).

**b. Media potencia (90 – 140 Hp).**- Se encuentra los siguientes tractores: Serie 6000 (105 – 120 Hp), serie 6 D (99 – 123 Hp), serie 6030 (95 Hp), serie 7000 (138 Hp), serie 7030 (100- 140 Hp).

**c. Alta potencia (140 – 543 Hp).**- Se encuentra los siguientes tractores: serie 8R (225 - 345Hp), serie 8RT (295 – 345 Hp)

Ferguson (2011), da a conocer que, los Tractores Massey Ferguson son sinónimo de tradición e innovación en la agricultura mundial. Los tractores ofrecen soluciones ideales para cada necesidad del productor en una línea completa, con opciones que van desde los 38 hasta los 290 caballos de fuerza (HP es al CV un 1,39 % más poderoso).

**a) Pequeña potencia (38 – 90 CV).**- Se encuentra los siguientes tractores: serie MF 2600 (39 - 60HP), Serie MF 200 (50 CV), Serie MF 250 (50 CV), Serie MF 255(50 CV),serie MF 283(72 CV), serie MF 275 (75 CV),serie MF 290 (85CV).



**b) Mediana potencia (100 – 150 CV).**- Se encuentran los siguientes tractores: serie MF 291(100 CV), serie MF 292 (105 CV), serie MF 297(120 CV), serie MF 299 (130 CV), serie MF 4200 (130 CV), serie MF 7350 (150 CV) y la serie MF 5400 (125 – 145 CV).

**c) Alta Potencia (151 – 290 CV).**- Se encuentran los siguientes tractores: serie MF 7390 (190 – 215 CV), serie MF 7100 (180 Hp), serie MF 6400 (160 – 215 Hp) y la serie MF 7400 (165- 190 Hp).

Alvarado. (2004). Refiere que cuando se hace referencia a la potencia de un tractor se debe especificar de qué potencia se trata, y donde ha sido medida:

- Potencia del motor.
- Potencia en la polea o toma de fuerza.
- Potencia en la barra de tiro.

Esto es importante porque el mismo tractor origina pérdidas de potencia, razón por el cual no toda la potencia del motor llega a la barra de tiro. En los ensayos de tractores por lo general se mide la potencia en la polea o en la toma de fuerza, que equivale aproximadamente a la potencia en el motor (En términos estrictos, es algo inferior a la de éste).

La potencia disponible en la barra de tiro en cambio es menor que la del motor, debido principalmente a las siguientes causas:

- a. Pérdidas por fricción en la transmisión del tractor.
- b. Resistencia al rodamiento.
- c. Patinamiento de las ruedas.



La relación entre la potencia de la barra de tiro y la potencia del motor se denomina rendimiento mecánico del tractor o eficiencia de la tracción, y se simboliza con la letra griega ( $\eta$ ). Los valores promedio del rendimiento mecánico se puede observar en las tablas para administración de la maquinaria y son las siguientes:

- Para arado de rejas y vertederas o subsoladores igual a 0.6
- Para gradas y cultivadoras igual a 0.5
- Para rastras entre 0.4 y 0.5
- Para cosechadoras igual a 0.6

La Máxima relación, potencia en la barra de tiro, potencia en el eje trasero se obtiene dentro de los límites óptimos de Patinamiento y que son:

- 4 – 8 % para concreto.
- 8 – 10 % para suelo firme.
- 11 – 13 % para suelo trabajado o labrado.
- 14 – 16 % para suelo suelto o arenoso.

### **2.1.7. Tipos de tractores agrícolas**

#### **a) Según su tren motriz:**

Tractor general: Son los más frecuentes en el campo, común verlos con sus llantas delanteras pequeñas, se utilizan para trabajos de arrastre, labrado, siembra y manejo de implementos o accesorios articulados. Los podemos encontrar en un par de gamas, la de

tracción simple llamados 2 x 4 (fig. 1) con ruedas direccionales y de tracción doble ò 4 x 4 (fig. 2) que con sus ruedas delanteras les permite abrirse paso en caminos complicados.



**Figura 1.** Tractor 2 x 4 (izquierda) y Tractor 4 x 4 (derecha)

Fuente: AgriMag, 2021y Made-in-China (2021).

Tractor articulado: En estos equipos encontramos las cuatro ruedas de igual tamaño son para labores que demandan más potencia y su tren motriz está articulado para brindar maniobrabilidad en sus actividades, se usa generalmente en la producción frutícola y jardinería.



**Figura 2.** Tractor agrícola articulado

Fuente: Interempresas.net (2021).

Tractor agrícola de oruga: Las orugas reemplazan a los neumáticos en algunas actividades agrícolas, son cadenas con un tren de transmisión solido más costosos se usan como chapuceros y arenales o actividades forestales.



**Figura 3.** Tractor agrícola de oruga

Fuente: Interempresas.net (2021).

#### **a.2. Tractores según la potencia:**

La potencia juega un papel importante en la clasificación de los tractores, en ese caso podemos hacer una categorización según la potencia del equipo agrícola.

*Tipo 1:* Tractores con potencia de 15 a 40 Hp, son los más comunes para el cultivo de hortalizas, áreas pequeñas y jardines.

*Tipo 2:* Tractores con potencia de más de 41 a 120 Hp es el más común para la actualidad al que se le adecúan implementos agrícolas varios.

*Tipo 3:* Tractores de los 120 hasta los 200 Hp, de uso no tan extendido y para actividades muy específicas, requiere de áreas inmensas.

*Tipo 4:* Para actividades verdaderamente demandantes y con una potencia superior a los 200 Hp, maquinarias específicas para trabajar en arenas y cultivos extensivos.

### a.3. Según lastrado

Lastre: son componentes de contrapeso extra que se adhiere al tractor para incrementar su peso total y modificar la distribución del mismo tanto en los ejes delanteros como traseros para conseguir la suficiente o mayor tracción para y aumentar la adherencia del neumático agrícola sobre el suelo, evitando el patinaje y optimizando el rendimiento de los tractores y reduciendo costos de operación. (Marques, 2015).

#### Tipos de lastrado:

*Contrapesos de hierro delanteros y traseros (Figura 4);* Se trata de colocar unos contrapesos de hierro en la parte delantera y trasera del tractor, son de fácil montaje, el lastre delantero va en voladizo mientras que el trasero se coloca el contrapeso anclado en el aro de rueda.

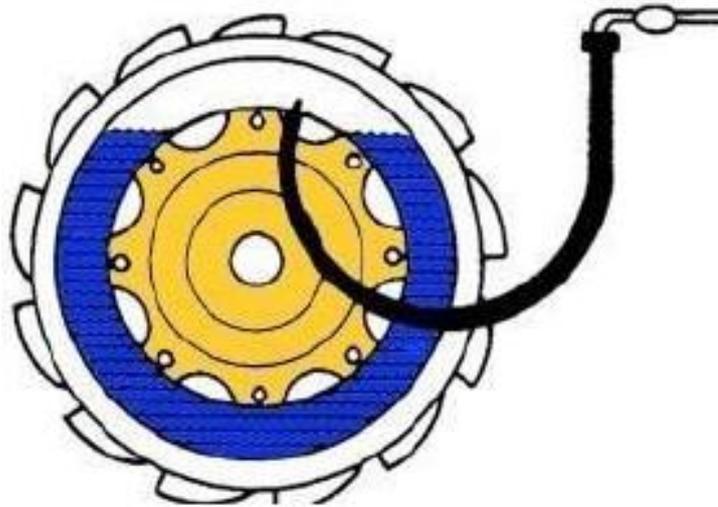


**Figura 4.** Lastrado voladizo delantero (izquierda) y Contrapeso en aro trasero (derecha)

Fuente: Tractores y máquinas agrícolas (2021).

### *Lastrado hidráulico:*

Este tipo de lastrado es barato y sencillo se realiza con el depósito de agua en los neumáticos presenta algunas de desventajas para algunos agricultores, por provocar un mayor desgaste de los frenos.



**Figura 5.** Lastrado hidráulico

Fuente: Tractores y máquinas agrícolas (2021).

#### **2.1.8. El índice de mecanización (Im)**

El índice de mecanización (Im), expresado en CV por hectárea de cultivo, es un indicador muy claro del habitual sobredimensionamiento en potencia existente en las explotaciones. Su relación es directa con el costo de producción y con el consumo energético en la explotación (IDAE, 2006).

Este índice representa la relación entre la suma de la potencia de tractores, motocultores y motomáquinas y la suma de hectáreas de tierras de cultivo y la de prados naturales (Molina, 2008).



El Perú tiene un índice de mecanización ( $I_m$ ) de 0.24Kw/ha, uno de los más bajos en América del Sur, correspondiente a 507 individuos por tractor, que son indicadores de una agricultura con prácticas tradicionales; la FAO estima que el  $I_m$  requerido para Perú debe ser entre 0.7 y 1.1 kw/ha, a la barra de tiro (Valdiviezo, 2011)

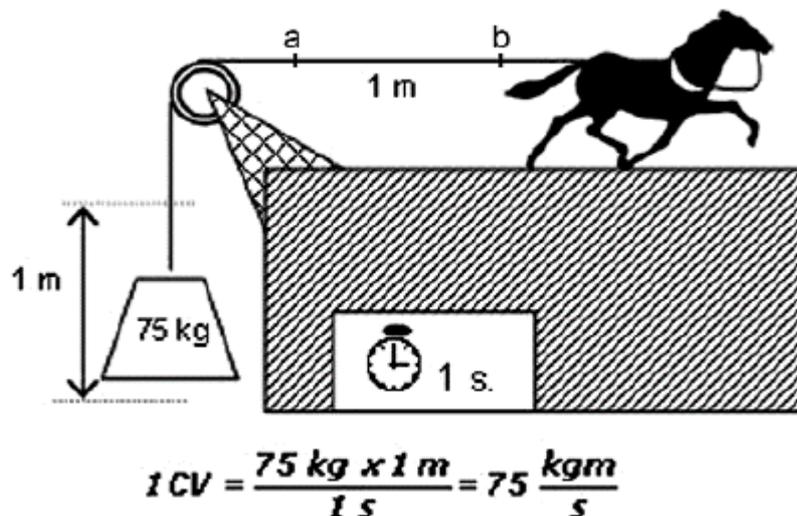
### **Índice de potencia por unidades por superficie ( $I_m$ )**

Vincula las fuentes de energías disponibles, como tractores con la superficie productiva sobre la cual se desempeñen; esto proporciona una orientación sobre la importancia de la mecanización agrícola en una explotación o en una región. Para calcular su valor se suma la potencia original de todos sus tractores que operan permanentemente en un área y se divide por la superficie atendida por esos equipos; interesa destacar que la tendencia hacia el empleo de máquinas automotrices, la difusión de los trabajos por contrato, las diferencias que se plantean en los diferentes cultivos, los requerimientos de operación en secano bajo riego y otros factores similares limitan la aplicación de este índice. (Destailats, 2004)

#### *2.1.8.1. Potencia del tractor agrícola*

La potencia puede ser interpretada como la capacidad de realizar un trabajo mecánico en un lapso de tiempo. En la práctica, si un tractor es capaz de efectuar el mismo trabajo que otro, pero en un tiempo menor, necesariamente habrá dispuesto de una potencia mayor. Un tractor dispone de potencia en dos sitios de entrega: en la toma de potencia y en la barra de tiro. Si se analiza la potencia disponible en la toma de potencia, ésta quedará definida por el régimen de funcionamiento y por el par motor empleado; en cambio, si se la considera en la barra de tiro, dicha potencia quedará definida por la velocidad de avance y por la fuerza de tracción (Di Prinzo, 2011).

La unidad más conocida para expresar la potencia es el Caballo Vapor (CV). Para su interpretación gráfica se puede indicar que 1 CV equivale a realizar el trabajo necesario para levantar un peso de 75 kilogramos hasta 1 metro de altura en el tiempo de 1 segundo (desplazamiento del punto de enganche desde a hasta b, Figura 6), ya que equivale a 75 kgm/s (Di Prinzo, 2011).



**Figura 6.** Interpretación del concepto de potencia. El sistema internacional de unidades considera Kw como unidad de potencia (1 CV=0,735 Kw)

Cuando se habla de potencia, se debe entender que ese valor es el resultado de la multiplicación de dos magnitudes bien diferentes como son la fuerza de arrastre expresada en kilos por la velocidad de avance medida en kilómetros por hora. Para medir la potencia en la chacra se necesita un dinamómetro (cilindro hidráulico de control remoto con un manómetro) que nos da la fuerza de arrastre en kilos y leer el tacómetro en el tablero para conocer la velocidad, o bien calcularla. Claro es que, si se trabaja con la toma de potencia en forma estacionaria, la potencia se mide en las fábricas o centros de prueba directamente con un “freno dinamométrico” que indica mediante instrumentos la potencia desarrollada



por el motor. Por lo tanto, la potencia, es el resultado de multiplicar la fuerza por la velocidad.

$$\text{Potencia N (CV)} = \frac{\text{kilos} \times \text{km/h}}{270}$$

Coeficiente que permite multiplicar kilos por km/h.

#### 2.1.8.2. ¿Qué es un HP?

Cuando el hombre inventó los motores y comenzó a sustituir con ellos la potencia desarrollada por la tracción animal necesitó saber a cuantos sustituía a medida que perfeccionaba sus invenciones. Para ello fue que se le dió un valor a la tracción a sangre. Siendo la principal unidad de potencia usada en nuestro medio nos da inmediatamente la idea de fuerza y velocidad (Noya, 2005).

Un HP es la potencia que permite levantar 75 kg a un metro de altura en un segundo. Ese metro por segundo lo multiplicamos por el factor 3,6 (hay 3.600 segundos en una hora) y nos da 3,6 km/hora (Noya, 2005).

Velocidad en m/s multiplicado por 3,6 = velocidad expresada en Km/h.

Los caballos de tiro trabajan a esa velocidad. A modo de detalle digamos que los caballos percherones tienen mayor potencia y que un hombre puede desarrollar la décima parte de un HP (Noya, 2005).

#### 2.1.8.3. Oferta y demanda de maquinaria agrícola

A nivel de predio, región y país debe existir una relación armónica, de capacidad de trabajo y costos, entre la demanda de tractores y de máquinas de los sistemas



productivos y la disponibilidad de ellas. La sobre mecanización causa un aumento de los costos fijos o de propiedad con la consiguiente menor rentabilidad, como asimismo de cesantía rural; por otro lado, la falta de potencia y de máquinas ocasiona una pérdida en la oportunidad de ejecución de las faenas con reducción del área cultivada, disminución de los rendimientos y producción, con la consiguiente menor rentabilidad (Cuauhtémoc, 2013).

Existen, en Perú tractores importados que son ofertados por empresas como Jhon Deere, Massey Ferguson, New Holland, Kubota, Lamborguini, Shanghai, y recientemente marcas como Landini, Ceter, Foton, entre otros. A partir de 1992 se importó al país tractores de origen chino como la marca Shanghai y en los últimos años marcas como JINMA comercializada en Perú por la empresa EDIPESA, así mismo como la marca YTO se importó a partir de los años 2010. Es importante mencionar que estas empresas asiáticas (las chinas ya mencionadas y la japonesa Kubota) ofertan tractores de potencia baja, lo que no hacen las otras empresas establecidas en el país. (Negrete, 2011)

Desde 1950 a la fecha las empresas importadoras – distribuidoras de tractores agrícola e implementos, venden y ofertan servicios a los clientes usuarios de su marca, así como asistencia técnica (con garantía) específicamente a medianos y a grandes productores agrarios. En el Perú desde esa fecha se han introducido las marcas y modelos de tractores de la mejor aceptación en el mercado mundial. La elección (y selección) de las marcas y modelos adecuados a sus cultivos, han permitido a los productores medianos y grandes mantenerse al ritmo de la tecnología, con altos niveles de producción. Los agros – exportadores mantienen el liderazgo de poseer tractores con la mejor tecnología. Por otro lado, el minifundio constituye el principal problema que ha limitado o impedido al desarrollo tecnológico a mayor escala, del agro nacional CIP. (2020)



Según el registro de importaciones por parte de los proveedores de maquinaria Agrícola, el promedio anual de importación de Tractores agrícolas en diferentes tamaños es de 1000 tractores anuales. La potencia Neta referencial promedio de 100 hp con el tipo de tractor MFWD por lo tanto la Potencia en la barra de Tiro hp-bdt es 69 hp. Considerando potencia neta 100 hp, motor turbo alimentado, transmisión con doble tracción selectiva y tracción en suelo firme sin trabajar. En el censo indica que se registraron 13,007 tractores (pero la información del Censo no indica si los tractores censados están o no operativos). El incremento promedio anual es de 1000}7año. En 6 años se incrementaron 6000 tractores, el parque actual sería de 19,000 tractores, pero no todos están operativos. Estimando que el parque operativo sea del 70% +/-13,000 tractores operativos. Conviene anotar, que los distribuidores de Maquinaria agrícola consideran que el parque operativo es alrededor de 10,000 tractores. La superficie que se puede mecanizar de inmediato, es la superficie bajo riego por gravedad (el relieve lo permite), la que según el censo es de 1808,302 has. Que es la superficie con riego por gravedad.

Por lo tanto, el índice de mecanización- IM, en el País es:

$$IM = \frac{13,000 \text{trac.} \times 69 \text{ hp-bdt/tract.}}{1808,302 \text{Has}} = 0.496 \text{hp} - \text{bdt/ha}$$

CIP. (2020)

#### 2.1.8.4. Demanda de tractores

Raciocinio sobre número de tractores

a) Calculo del número de tractores requeridos: tomando el índice de Mecanización más bajo, recomendado por la FAO, IM=1.0



## PRIMER ESCENARIO

Mecanización del área con cultivo, según el censo: 4155,678has

Con tractores de 69 hp-bdt, el número requerido (tractores operativos), debería ser:

$$N = \frac{1.0hp - btdx 4155678Ha}{69hp - bdt/tractor} = 60,227tractores \text{ aproximadamente } 62200$$

Por lo tanto, el déficit aproximado será: 62200-13000=49,200 tractores

## SEGUNDO ESCENARIO

Mecanización del área con sistema de riego, según el censo: 2579899Has, con tractores de 69 hp-bdt, el número requerido (tractores operativos), debería ser:

$$N = \frac{1.0hp - bdt / ha x 2579899ha}{69hp - bdt/tractor} = 37390 \text{ tractores}$$

Por lo tanto, el déficit aproximado será: 37390 – 13000=24390 tractores

## TERCER ESCENARIO

Mecanización del área con sistema de riego por gravedad, aspersión, goteo y otros, según el censo 180302 Has.

$$N = \frac{1.0hp - bdt / Hax1808,302Ha}{69hp - bdt/tractor} = 26207 \text{ tractores}$$

Por lo tanto, el déficit aproximado será: 26200 – 13000=13200 tractores

CIP. (2020)



Las ventas de tractores también constituyen un indicador del comportamiento de la inversión en el sector agrícola. En los últimos trece años, las ventas anuales, en promedio, han caído de 9 532 a 3 552 unidades. Esta caída en ventas seguramente hubiera sido aún mayor si no se hubiera instrumentado el programa de Mecanización a partir de 1995 y como parte de la Alianza para el Campo, mediante el cual el gobierno ha otorgado un subsidio al productor equivalente al 20% del precio de lista de los tractores. (Salcedo, 1999).

#### *2.1.8.5. Mantenimiento periódico*

Se entiende por mantenimiento periódico una serie de revisiones calibraciones y operaciones sencillas que se deben realizar con intervalos de tiempo definidos, generalmente por el mismo operario de la maquina o en algunos casos más complicados, por el mecánico. Las instrucciones completas de estas actividades (que, cuando, quien y como) las define el fabricante de la maquina en su manual de mantenimiento periódico, solo cuando se tienen suficiente conocimiento y experiencia se pueden variar en uno o varios conceptos de acuerdo con la edad de la maquina y e tipo de trabajo fundamentalmente. (Álvarez, 2004).

Para cualquier tipo de maquinaria el mantenimiento periódico es importante, pues constituye el inicio o rudimento de un mantenimiento preventivo ya que establece la revisión, la calibración y el cambio de piezas y/o sistemas antes de que se produzca el daño de estas, con lo cual se evita una pérdida de tiempo, generalmente inoportuna al generarse la falla en pleno trabajo, y se impide que la dañarse estas puedan deteriorarse o poner fuera de servicio otras piezas o sistemas relacionados. Normalmente, el mantenimiento periódico es estructurado por el fabricante, de tal forma que se exija poco



tiempo en la realización y que sea sencillo de efectuar; sin embargo, debe capacitarse adecuadamente al operario o a la persona encargada de efectuarlo para que lo haga correctamente y en el menor tiempo posible. Tal vez, desde el punto de vista administrativo, el mayor problema radica en el control de la ejecución, ya que muchas veces se debe realizar en el campo durante el periodo de trabajo normal, razón está que exige crear en el operario una motivación mayor acerca de la importancia de la ejecución.

Contenido técnico del mantenimiento periódico, al respecto el contenido técnico de un mantenimiento periódico varía mucho según el tipo de máquina, pero todas en general, se estructuran a partir de una lista de operaciones por efectuar clasificadas en diferentes intervalos de ejecución que bien pueden ser horas, Km o unidades producidas. La lista completa y la periodicidad deben darse a conocer al operario o al encargado del mantenimiento, además, debe diseñarse un registro que permita controlar su ejecución. (Álvarez, 2004).

Control de mantenimiento periódico. Se efectúa mediante registro especial, como este registro debe ser tabulado por el operario, requiere ser más sencillo no debe contener espacios para escribir o calcular, sino simplemente para chequear la realización de algo que allí aparece ya escrito, se llena en original solamente y debe servir para un mes o más. Debe contener como mínimo lo siguiente: Identificación de la máquina, donde se especifique su tipo, marca y modelo o simplemente un código compuesto por una letra que indique el tipo y un número que la identifique entre las de su mismo tipo. (Álvarez, 2004).



#### *2.1.8.6. Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, etcétera. Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. De igual manera, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores sobre todo en el caso de aquellos empleados que laboran en industrias con grandes maquinarias. El mantenimiento preventivo se divide en: mantenimiento programado, mantenimiento predictivo y mantenimiento de oportunidad. El mantenimiento programado se caracteriza por realizarse en un determinado tiempo o kilometraje, como es el caso de los carros; el mantenimiento predictivo se realiza a través de un seguimiento que determina el momento en que debe realizarse la referida manutención y, el mantenimiento de oportunidad como lo indica su nombre se realiza aprovechando los periodos en que no se utiliza el objeto. Por otro lado, la persona encargada de realizar los diferentes tipos de mantenimientos en las maquinarias, equipos, vehículos, entre otros reciben el nombre de técnicos son individuos con capacidades o habilidades en relación a esta área. (Álvarez, 2004).



#### *2.1.8.7. Mantenimiento correctivo*

Aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado. Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario. (Villalobos 2019).

#### *2.1.8.8. Mantenimiento del tractor agrícola*

El mantenimiento comprende una serie de acciones que procuran aumentar la vida útil de un motor el mayor tiempo posible, en condiciones normales de uso. Los motores modernos tienen un esquema simplificado de mantenimiento y se han perfeccionado los sistemas que protegen a los mismos (Noya, 2005).

Todos los fabricantes proveen de ilustrativos manuales sobre la periodicidad y calidad de los elementos a usar en el mantenimiento, así como las condiciones normales con que debe ser usado el tractor y sus mecanismos hidráulicos. El aprovechamiento de la energía térmica del combustible se mantiene en sus valores de fábrica (30 a 35% para motores Diesel, esta cifra expresa la cantidad de energía calórica aprovechada por el pistón, en la carrera de explosión) mientras el mecanismo de cilindro, pistón, biela y cigüeñal se conservan dentro de determinados valores de desgaste u holgura. En los motores desgastados baja el aprovechamiento térmico y cae la potencia, se consume



combustible pero la potencia es inferior, el rendimiento horario disminuye en igual medida (Noya, 2005).

El mantenimiento preventivo del tractor tiene tres capítulos fundamentales y de similar importancia entre si: filtración, control de temperatura y lubricación. En cada uno de ellos se ha avanzado en tecnología, seguridad y practicidad. En cuanto al mantenimiento correctivo, también tienen singular importancia diversas revisiones y controles del funcionamiento de los motores, sistema por sistema. Por ejemplo, sistema de control de temperatura, sistema de lubricación, etc. Se destaca también la limpieza y calibrado de la inyección de combustible, regulación de válvulas y eventual sustitución de anillos (aros) gastados (Noya, 2005).

El mantenimiento no admite economías ni en calidad ni en cantidad, frecuentemente las falsas economías no conducen a bajar los costos sino a aumentar las reparaciones. Los repuestos de buena calidad y talleres especializados son de primera importancia, el mejor momento de un motor es desde que está nuevo hasta ser tocado por un improvisado mecánico (Noya, 2005).

### **2.1.9. Marcas de tractores**

**1.- JOHN DEERE.** - Sin lugar a dudas es una de las marcas más conocidas y con más posicionamiento en el mercado mexicano. Con solo ver la imagen del venado verde nos viene a la mente la marca John Deere. La empresa fue fundada en 1837 por John Deere en Illinois, Estados Unidos, también la empresa es una de las líderes a nivel mundial en la producción de maquinaria agrícola y de construcción (Chinchay y Reyes, 2019).



**Figura 7.** Tractor de 4x 4 marca John Deere

Fuente: Chinchay y Reyes, 2019.

**2.- MASSEY FERGUSON;** Esta compañía también es muy importante en la fabricación de maquinaria agrícola, fue formada tras la fusión de Massey Harris y Ferguson Tractor Company en los años 50's. Una serie de dificultades financieras en los años 90's llevó a la compañía a la quiebra. Hoy en día la compañía pertenece a AGCO Corporación una empresa de equipamientos agrícolas (Chinchay y Reyes, 2019).



**Figura 8.** Tractor marca Massey Ferguson 4x 4

Fuente: Chinchay y Reyes, 2019.

**5.- NEW HOLLAND;** La empresa fue fundada en 1895 en New Holland, Pennsylvania, es una de las marcas más conocidas y antiguas, esto al fusionarse con Ford para la fabricación de tractores y después la compañía fue vendida en totalidad a Fiat (Chinchay y Reyes, 2019).



**Figura 9.** Tractor marca New Holland 4x 4

Fuente: Chinchay y Reyes, 2019.

**6.- FORD;** La Ford Motor Company, más conocida simplemente como Ford, es una empresa multinacional estadounidense fabricante de automóviles, camiones, microbuses y tractores (Chinchay y Reyes, 2019).



**Figura 10.** Tractor marca Ford 4x2

Fuente: Chinchay y Reyes, 2019.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación, se ha realizado en las cinco provincias de la región de Puno, los mismo que están georreferenciados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Ubicación de las provincias en estudio sobre índice de mecanización.

PROVINCIA	OESTE	SUR	ALTITUD
PUNO.	70°1.194'	15°50'31.9''	3,812 m.s.n.m.
SAN ROMAN	70°8'	15°30'0''	3, 825 m.s.n.m.
EL COLLAO.	69°40'27.41''	16°13'56.57''	3, 850 m.s.n.m.
MELGAR	70°35'24''	14°52'55''	3, 891 m.s.n.m.
AZANGARO	70°11.77'	14°54'30.3''	3, 859 m.s.n.m.

**Fuente:** SENAMHI (2015)

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fue conformada por las provincias de la región de Puno, consideradas por las actividades importantes que desarrolla como la agricultura y ganadería. La muestra fue determinada según las actividades agropecuarias, obteniendo 5 provincias, los mismo que fueron elegidas en función a la superficie agrícola



desarrollada y población, siendo estas las provincias de: Puno, San Román, El Collao, Azángaro y Melgar.

### **3.3.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es no experimental con enfoque cuantitativo y se utilizó el diseño descriptivo correlacional, ya que se busca establecer relación entre las variables; para la recolección de los datos se utilizó como técnica, la encuesta estructurada, cuyo instrumento fue el cuestionario aplicado a los responsable de la maquinaria agrícola, el tipo de muestra fue probabilístico estratificado con un nivel de confianza de 95% y un error muestral del 5%; el diseño estadístico que se utilizó para la prueba e hipótesis la prueba de medias de Tukey. Los resultados nos darán a conocer la relación existente entre los índices de mecanización agrícola, oferta y demanda y estado de conservación de la maquinaria agrícola, variables objeto de estudio.

### **3.4.TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

Consistió en la realización de una encuesta directamente con los encargados directos de la maquinaria agrícola dentro de los municipios y agencias agrarias de los cinco municipios (Puno, San Román, El Collao, Azángaro y Melgar), que poseen maquinaria agrícola y para ello se ha diseñado una técnica y un cuestionario que es un instrumento, como herramienta principal de trabajo.

### **3.5.VARIABLES DE RESPUESTA**

Las variables de respuesta estarán conformadas por:

- Número de tractores (Marca y Potencia)
- Numero de tractores y Superficie cultivada (has)



- Estado y conservación del tractor agrícola (%)

### 3.6.OBSERVACIONES

- Mantenimiento del tractor agrícola (%)
- Capacitación al operario del tractor agrícola (%)

### 3.7.CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

- a) Se presentó una solicitud dirigida al municipio y Agencias Agrarias de las provincias antes mencionadas, se solicitó la información requerida, como:
- Número de tractores (Marca y Potencia)
  - Superficie cultivada (has)
- b) Se estimó el índice de mecanización (IM)

$$IM = \frac{\sum potencia (hp)}{\sum áreas de mecanización (has)}$$

- c) Se estimó la oferta y demanda de tractores empleando la siguiente ecuación: el número de maquinaria necesario para cada provincia mediante la fórmula:

$$CAPAC. DE TRABAJO (HA/HORAM) = \frac{(VELOCIDAD * ANCHO DE CORTE * EFICIENCIA)}{10}$$

$$TIEMPO DE COBERTURA TOTAL = \frac{TIEMPO DISPONIBLE}{NUMERO DE VECES QUE SE TRABAJA UN CAMPO}$$

El número de maquinaria agrícola necesaria para el cumplimiento de una actividad, está en función de tres variables: magnitud del trabajo, tiempo de cobertura



total y la capacidad de trabajo del elemento operativo. Para establecer su valor basta relacionarlo con cada una de estas variables y ver su comportamiento; así:

- El número de maquinaria agrícola necesaria será mayor a medida que es mayor la magnitud del trabajo y viceversa; la relación con esta variable es directa.
- El número de maquinaria agrícola será mayor a medida que sea menor la capacidad de trabajo; su relación es inversa.
- El número de maquinaria agrícola necesaria será mayor a medida que el tiempo de la cobertura total es menor; su relación es inversa.
- La oferta de potencia en Hp/Kw. Se estimó multiplicando la cantidad de tractores disponibles por su potencia promedio.

Con estas tres relaciones podemos calcular la demanda o el número de maquinaria agrícola requerida para una actividad, está dado por la siguiente expresión:

$$\text{Numero de maquinaria agrícola} = \frac{\text{Magnitud de trabajo}}{\text{Capacidad de trabajo} * \text{TCT}}$$

- Donde la demanda se estimó en base a la superficie cultivada con el promedio de horas máquina para la realización de aradura una sola vez.
- d) Enseguida se visitó los talleres de las instituciones que prestan el servicio de maquinaria y que existente en almacenes, y se realizó la encuesta preguntando a los encargados sobre el estado y conservación de la maquinaria agrícola.

### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN**

Para los datos obtenidos como índice de mecanización y número de tractores, se analizó mediante Bloque completamente al azar, donde los bloques correspondieron a las instituciones (Municipios y Agencias agrarias) y los tratamientos serán las provincias



evaluadas (Puno, Collao, Azángaro, Melgar y San Román), siendo el modelo estadístico, el siguiente (López, 2004):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Siendo:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada o medida en el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = error asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

Los datos obtenidos referente a número de tractores se transformaron a otra escala por ser datos procedentes de conteos mediante fórmula siguiente (López, 2004):

$$Y = \sqrt{X}$$

Donde:

$Y$  = Variable de respuesta

$X$  = Variable a transformar



Los datos evaluados fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) utilizando el software estadístico InfoStat versión 2020.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.3. ÍNDICE DE MECANIZACIÓN

En la Tabla 6 se muestra el Índice de mecanización por Provincias respecto a las instituciones y, se observa que a nivel de las provincias y Agencias Agrarias: Melgar y Azángaro presentan un mayor índice de mecanización con 0.169 y 0.168 HP/ha (0.126 y 0.125 Kw.) respectivamente, seguido de El Collao con 0.145HP/ha. y San Román con 0.144 HP/ha, mientras que Puno tuvo 0.118HP/ha. Estos resultados obedecen estrictamente al mayor número de tractores agrícolas relacionando con la superficie cultivada de sus respectivas provincias, lo que está muy por debajo de lo recomendado por la FAO , a nivel nacional se tiene un índice de mecanización ( $I_m$ ) de 0.322HP/ha, (0.24Kw/ha), uno de los más bajos en América del Sur, correspondiente a 507 individuos por tractor, que son indicadores de una agricultura con prácticas tradicionales; la FAO estima que el  $I_m$  requerido para Perú debe ser entre 0.7 y 1.1 kw/ha,(0.93 y 1.47 HP/ha) a la barra de tiro según (Valdiviezo, 2011)

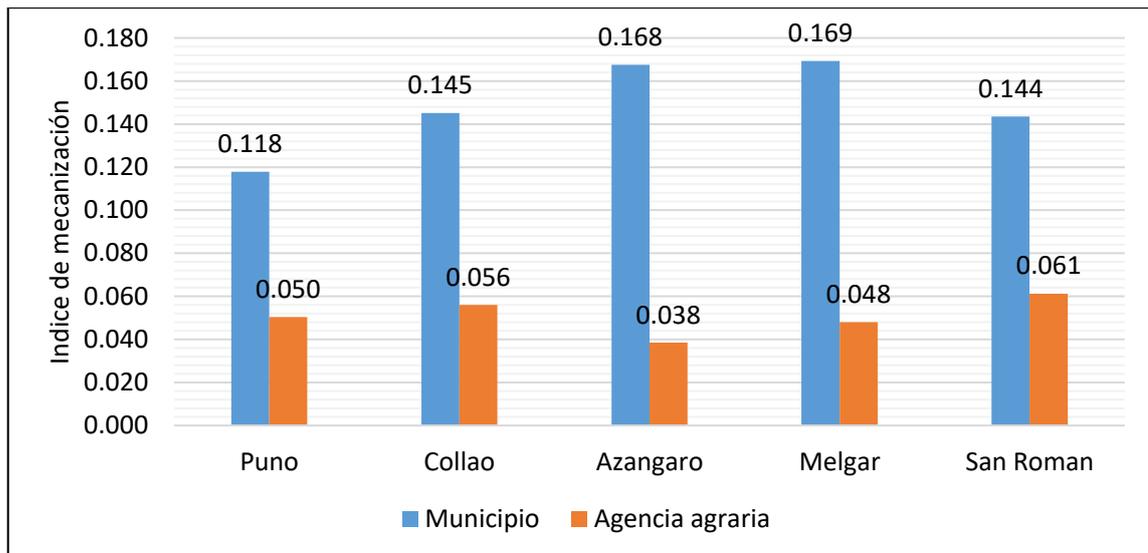
A nivel de la Región de la Libertad se tiene un índice de mecanización estimado de 0.5 HP/ha siendo superior a los datos encontrados para las provincias de Puno en promedio, que comparado con la media nacional en el 2010 fue de 0.28 HP/ha (Valdiviezo, 2011). La razón que se le atribuye es de que en la costa existe una mayor cantidad de tractores principalmente para cultivos industriales y de exportación, lo que facilita a los productores ser dueños de sus propias máquinas.

Respecto al índice de mecanización por institución podemos decir que las

municipalidades provinciales presentan un mayor promedio de Im con 0.149 HP/ha siendo la mejor en cuanto al Im la provincia de Melgar con 0.169 HP/ha mientras que las Agencias Agrarias presentan un promedio de Im de 0.051 HP/ha por provincia, siendo de San Román con 0.061HP/ha., y la más baja de Azángaro con solo 0.038HP/ha. Estos resultados nos muestran que las municipalidades al tener autonomía administrativa y el programa MUNTRACTOR del Banco de la Nación y MINAGRI da la opción o la facilidad de invertir dinero del FONCOMUN para comprar específicamente tractores y es en algunos casos la forma de mejorar este índice de mecanización (MINAGRI 2019).

**Tabla 5.** Índice de mecanización por Provincias respecto a las instituciones

		PROVINCIAS					Total	Prom.
		Puno	El Collao	Azangaro	Melgar	San Romar		
INSTITUCIONES	Municipios	0.118	0.145	0.168	0.169	0.144	0.743	0.149
	Agencias Agrarias	0.050	0.056	0.038	0.048	0.061	0.254	0.051
Total HP/ha		0.169	0.201	0.206	0.217	0.205	0.998	0.200
Prom. HP/ha.		0.085	0.101	0.103	0.109	0.102	0.499	0.100



**Figura 11.** Índice de mecanización HP/ha. por instituciones Municipios y Agencias Agrarias en las diferentes provincias de Puno.

Dentro de la provincia de Puno, los distritos de Chucuito y Paucarcolla presentaron un mayor índice de mecanización con 0.274 y 0.153 HP/ha respectivamente; en la provincia del Collao, el distrito de Santa Rosa tuvo el mayor índice de mecanización con 66 HP/ha básicamente porque se registró o informaron de solo trabajar 5 hectáreas cultivadas en una campaña agrícola con 3 tractores operativos, mientras que la distrito de Pilcuyo con 0.073; en la provincia de Azángaro, los distritos de Azángaro y Arapa tuvieron mayores índices de mecanización con 0.288 y 0.097 respectivamente; en la provincia de Melgar, los distritos de Llalli y Nuñoa tuvieron mayores índices de mecanización con 0.279 y 0.248 respectivamente. Y en la provincia de San Román, los distritos de Cabanillas y Cabana tuvieron 0.648 y 0.221 de índice de mecanización respectivamente.

En la Tabla 7, se observa que, entre las instituciones existen diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que existen diferencias en el índice de mecanización; para las provincias no existen diferencias estadísticas significativas, no

existen diferencias en el índice de mecanización. El coeficiente de variación igual al 18.63% indica que los datos evaluados son confiables. Al respecto debemos señalar que es más que evidente, que los municipios a través de sus oficinas de desarrollo agropecuario están abocados, a atender la demanda de mecanización de los pobladores es por eso que se tiene, un mayor índice que el de las Agencias Agrarias; que muchas veces dependen del nivel central del MINAG, mientras que cada municipio es autónomo en la administración de sus tractores.

**Tabla 6.** Análisis de varianza para índice de mecanización por instituciones y provincias.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Instituciones	1	0.0241	0.0241	69.91	7.71	21.20	**
Provincias	4	0.0006	0.0002	0.50	6.39	15.98	n.s.
Error Experimental	4	0.0014	0.0003				
Total Correcto	9	0.0261					

CV= 18.63%

$\bar{X}$ = 0.099

En la Tabla 8, Se observa que los municipios ofrecen mayor índice de mecanización con 0.149HP/ha, el cual es estadísticamente superior a las Agencias Agrarias con 0.051HP/ha de índice de mecanización, esto debido a que tienen la responsabilidad de apoyar a los agricultores con sus gerencias de desarrollo agropecuario quienes son los encargados de dar el servicio a sus pobladores, por lo que se realizan compras frecuentes de tractores agrícolas en cada gestión, sin embargo la falta de

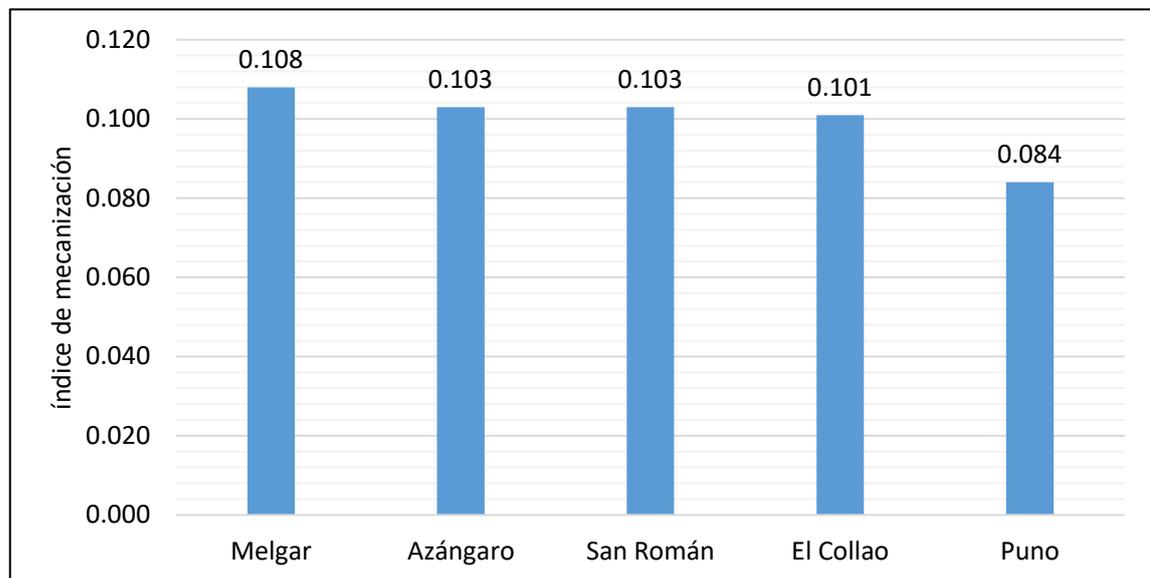
mantenimiento y costos bajos que apenas cubren el gasto de combustible y operador hace que sea insostenible y terminan su vida útil en solo 3 a 4 años. El programa MUNITRACTOR, es una iniciativa del Ministerio de Agricultura a fin de dotar de una herramienta, que permita a los gobiernos locales accedan a la posibilidad de adquirir maquinaria agrícola, utilizando sus recursos del Fondo de Compensación Municipal (FONCOMUN); esto en el marco del proceso de descentralización que el actual gobierno se haya comprometido, y que establece que los gobiernos locales promuevan las condiciones favorables para la productividad de las zonas rurales del distrito.(MINAGRI 2019).

**Tabla 7.** Prueba de Duncan para instituciones respecto al índice de mecanización.

ORDEN DE MÉRITO	INSTITUCIONES	PROMEDIO DE ÍNDICE DE MECANIZACIÓN	$P \leq 0.05$
1	Municipios	0.149	a
2	Agencias Agrarias	0.051	b

En la Figura 12, se observa que la provincia de Melgar con 0.095HP/ha, Azángaro y San Román tuvo un promedio de índice de mecanización 0.103HP/ha, seguido de la provincia de El Collao con 0.101, y Puno con 0.084HP/ha. Cada año el Perú importa un promedio 1000 tractores nuevos de distintas marcas. los cuales representan un incremento en el índice de mecanización del país que está muy por debajo de lo recomendado por la FAO  $IM = 1.0HP/ha$ . Esto nos hace suponer la necesidad de mecanizar e incrementar el número de tractores agrícolas para las municipalidades que deben priorizar en sus actividades la compra y/o renovación de sus tractores ya que tienen autonomía administrativa para hacerlo de esa manera alcanzar lo recomendado por la FAO. Mientras

que el  $I_m$  del Perú es de 0.496HP/ha siendo nuestros datos como región muy por debajo del recomendado y del índice nacional.



**Figura 12.** Índice de mecanización por cada provincia.

Los resultados obtenidos son similares al reporte de Lujan (2017), quien determinó un índice de mecanización fue de 0.132 HP/Ha, el cual fue estimado en base a la cantidad de 9 tractores con una potencia de 90 HP y un área de estudio de 6 122.98 has en los sectores de Vichanzao, Conache, El Moro y Mochica Alta del valle de Moche – Región La Libertad, estos resultados indican los bajos índices de mecanización aún se presentan en diferentes regiones del país, asumiéndose que aún existe la falta de inversión por la adquisición de maquinaria agrícola.

Pero, los resultados obtenidos son superiores a lo reportado por Sánchez-Hernández (2014), quienes, al realizar un diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México, obtuvo un índice de mecanización muy alto en Amecameca y Texcoco de 6.4 y 4.6 hp ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de acuerdo con Gaytán (2007) el recomendado es de 1 hp ha<sup>-1</sup>, entendiéndose que la cantidad de tractores en el



estudio representan una menor capacidad de la que realmente se necesita. Esto podría deberse a la falta del aumento debido a la falta de interés por la adquisición. Loor (2019), quienes realizaron diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí, Ecuador, obtuvieron un índice de mecanización igual a 2,28 hp/ha, el cual es elevado; Gaytán (2007) citado por Sánchez-Hernández (2014), recomiendan que debe ser de 1 hp/ha.

#### **4.4.OFERTA Y DEMANDA**

##### **4.4.1. Potencia disponible por provincia**

En la Tabla 9, se observa que, entre las instituciones existen diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que existen diferencias en la potencia ofrecida; para las provincias no existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existen diferencias en la potencia ofrecida. El coeficiente de variación igual al 39.17%, indica que los datos evaluados son confiables porque fueron obtenidos de una situación dada, y las marcas de tractores fueron Jhon Deere, Massey Ferguson, New Holland las más recurrentes.

**Tabla 8.** Análisis de varianza para potencia ofrecida por instituciones y provincias.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
INSTITUCIONES	1	7841102.50	7841102.50	16.05	7.71	21.20	**
PROVINCIAS	4	5994385.00	1498596.25	3.07	6.39	15.98	n.s.
ERROR EXPERIMENTAL	4	1954135.00	488533.75				
TOTAL CORRECTO	9	15789622.50					

CV= 39.17%

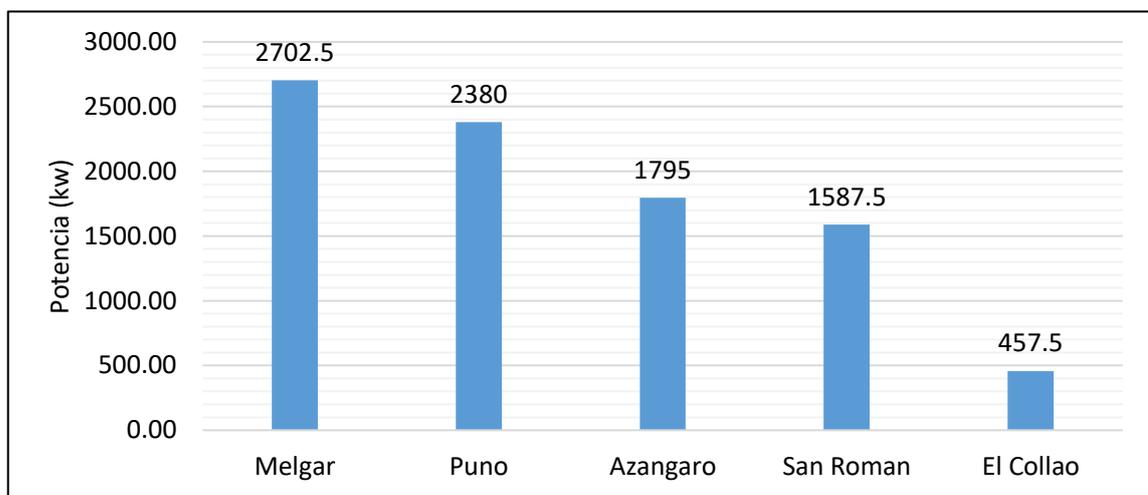
$\bar{X}$ = 1713.50

En la Tabla 10, se observa que los municipios ofrecen mayor potencia con 3580.529 HP (2670.00 Kw). el cual es estadísticamente superior a la potencia ofrecida por las Agencias Agrarias con 899.00 Kw. (1205.58HP) debido a que los gobiernos provinciales y distritales tienen autonomía administrativa para poder comprar tractores y administrar directamente con sus gerencias de desarrollo agropecuarios, mientras que las Agencias Agrarias dependen de un nivel central que es el MINAGRI y DRA-Puno.

**Tabla 9.** Prueba de Duncan para instituciones respecto a la potencia ofrecida.

ORDEN DE MÉRITO	INSTITUCIONES	PROMEDIO DE POTENCIA OFRECIDA HP (Kw)	P $\leq$ 0.05
1	MUNICIPIOS	3580.529 HP (2670.00 Kw.)	a
2	AGENCIAS AGRARIAS	1205.58 HP (899.00Kw.)	b

En la Figura 13, se observa que la provincia de Melgar tuvo un promedio de 2702.50 Kw, Puno tuvo un promedio de potencia de 2380.00 kw, seguido de la provincia de Azángaro con 1795.00 kw, San Román con 1587.50 Kw y El Collao con 457.50 Kw. La potencia ofrecida está en función al promedio de la región que se trabajó con 90HP el cual determina según la disponibilidad y el estado de conservación de los tractores, asumiendo que todos están operativos se puede afirmar que se cuenta con esa potencia para atender las necesidades de la población.



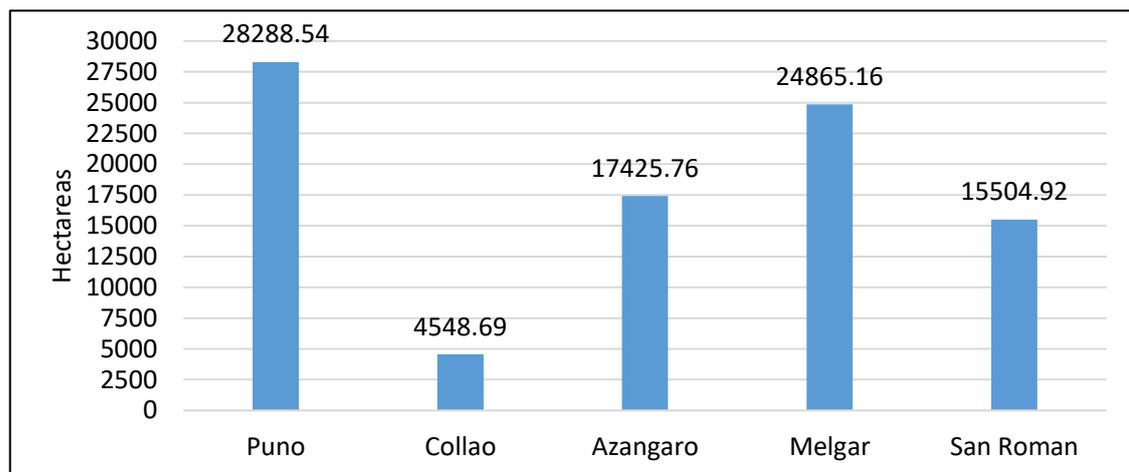
**Figura 13.** Potencia ofrecida (kw) por provincias.

Respecto a la mayor potencia ofrecida por distritos, en la provincia de Puno, los distritos de Paucarcolla y Acora tuvieron mayor potencia ofrecida con 710 y 660 kw respectivamente; en la provincia del Collao, los dos distritos de Santo Rosa y Pilcuyo tuvieron 330 kw; en la provincia de Azángaro, los distritos de Azángaro y Asillo tuvieron 1900 y 660 kw respectivamente; en la provincia de Melgar, los distritos de Ayaviri y Nuñoa tuvieron 1080 y 640 kw; y en la provincia de San Román, los distritos de Cabana y Juliaca tuvieron 900 y 540 kw respectivamente.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Sánchez-Hernández *et al* (2014), quienes, al realizar un diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México, obtuvieron una potencia ofrecida en Amecameca y Texcoco de 5904 hp y 4544 hp respectivamente, lo cual indica que en esos lugares se ofrece mayor potencia, esto debido a la potencia y marca de los tractores que utilizan, siendo las que predominan son New Holland, John Deere, Ford y Massey Ferguson.

#### 4.4.2. Superficie cultivada por provincia

Los datos indican que la mayor superficie cultivada corresponde a Puno con 28 288.54 has, seguido de Melgar con 24 865.16 has, Azángaro tuvo 17 425.76 has, San Román con 15 504.92 has y El Collao con 4 548.69 has.



**Figura 14.** Superficie cultivada por provincia

#### 4.4.3. Número de tractores por provincia

En la Tabla 11 y Figura 15, se observa que, en la provincia de Melgar tuvo mayor cantidad de tractores con 52 unidades de los cuales 40 son municipales y 12 de Agencias Agrarias, seguido de la provincia de Puno con 50 tractores de los cuales 35 tractores son administrados por las municipalidades y 15 por las Agencias Agrarias, Azángaro con 36



tractores, San Román con 35 tractores, y el Collao tuvo 9 tractores. Estos resultado se deben a que tanto la provincia de Melgar tiene un área cultivada de 24865,16 hectáreas y la provincia de Puno tiene 28 288,8 hectáreas que son superiores a las demás provincias por lo que se traduce en una mayor demanda de maquinaria y por tal razón la mayor cantidad de tractores en estas dos provincias, mientras que en la provincia del Collao es la provincia con menos tractores esto posiblemente a que en la zona existe una gran cantidad de tractores particulares o de unidades productivas que cuentan con su propio tractor lo que no está registrado en algún documento o instancia para poder estimar una cantidad de la totalidad de tractores de la región, lo mismo ocurre en las demás provincia se sabe por respuesta a los encuestados quienes manifestaron de saber que hay unos tantos tractores particulares sin saber precisar la cantidad exacta. Respecto a las Agencias Agrarias por provincia, la Agencia Agraria de Salcedo en Puno tiene 15 tractores, Melgar tiene 12 tractores, San Román con 10 tractores, Azángaro con 7 tractores, y El Collao con 3 tractores esta información fue corroborado con los informes de DRA sin embargo debemos precisar que los responsables de la maquinaria en muchos de los casos no conocen las características técnicas, marcas ni mucho menos potencia, modelo ni año lo que no permitió precisar muchos aspectos de la encuesta. En cuanto a las marcas de tractores vemos que la mayor predominancia está en la marca John Deere con 60 tractores seguido de Massey Ferguson 50 y New Holland con 35 unidades siendo las marcas más populares tanto a nivel nacional e internacional tal como se muestra en la Figura 15 que por su prestigio, servicio post venta y garantía mientras que la marca menos presente es Yanmar con 3 unidades, donde al 2019 se tiene que la marca John Deere tiene un 35% de participación a nivel nacional y Massey Ferguson con 28%.(CIP 2020).



**Figura 15.** Porcentaje de participación por marcas 2019 a nivel nacional.

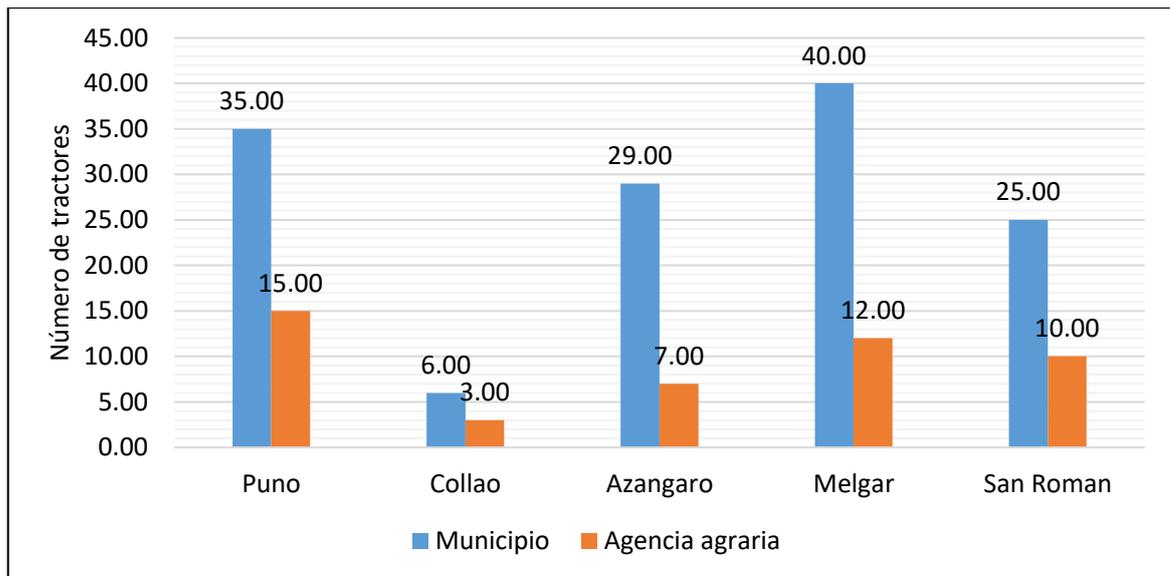
En cuanto al estado de conservación y operatividad se puede deducir que los municipios realizan el mantenimiento preventivo tal como se les instruyo en la entrega de los tractores según lo encuestado y preguntado a los responsables quienes en su mayoría manifestaron de que si se realiza el mantenimiento y por tal razón los tractores están operativos en un 100% y que solo en la provincia de Melgar manifestaron tener limitaciones para el mantenimiento y por tal razón están solo el 76.6% de sus tractores están operativos y la razón para que no estén el 100% operativo es la falta de presupuesto y disponibilidad de repuestos.

**Tabla 10.** Número de tractores, estado, marcas, años, potencias y costo operativo estimado por provincias y por instituciones

	PUNO	COLLAO	AZANGARO	MELGAR	SAN ROMAN	TOTAL	PROM.
MUNICIPIOS ESTADO.	35.00 100%O	6.00 100 % O	29.00 100%O	40.00 76.6% O	25.00 100% O	135.0	27.0
A. AGRARIAS ESTADO	15.00 75%O	3.00 100%O	7.00 100%O	12.00 100%O	10.00 100%O	47.0	9.4
Marca	19 JD 13 MF 9 NH 6 SHA	6 MF 2 SHA 1 YAN	14 JD 6 MF 2 NH 4 SHA 1O LAMB	16 JD 16MF 15NH 4 SHA 1 YAN	11 JD 9 MF 9 NH 5 SHA 1 YAN		
AÑO	1980- 2018	1990	1996-2010	1990-2020	1980-2000		
POTENCIA PROMEDIO EN HP	85	80	98	102.5	92		
Costo operativo S/h.	70.7	68.6	89,447	91,407	85,638		
TOTAL	50	9	36	52	35	182	36.4
PROM	25.0	4.5	18.0	26.0	17.5	91.0	18.2

Fuente: elaboración propia. JD (John Deere), MF (Massey Ferguson), NH (New Holland)

SHA (Shanghai) LAMB (Lamborghini) YAN (Yanmar).



**Figura 16.** Número de tractores por municipio y Agencias Agrarias

Respecto al número de tractores por distritos, en la provincia de Puno, el distrito de Acora tuvo 8 tractores y los distritos de Chucuito y Paucarcolla tuvieron 6 tractores; en la provincia del Collao, los distritos de Santa Rosa y Pilcuyo tuvieron 3 tractores respectivamente; en la provincia de Azángaro, los distritos de Azángaro y Asillo tuvieron 20 y 6 tractores respectivamente; en la provincia de Melgar, el distrito de Ayaviri tuvo 12 tractores, los distritos de Nuñoa y Orurillo tuvieron 8 tractores respectivamente, Y en la provincia de San Román, los distritos de Cabana y Juliaca tuvieron 10 y 6 tractores respectivamente, así mismo se puede apreciar que el costo por alquiler de maquinaria por hora (S/.h) estimado para los municipios y agencias agrarias tomando en cuenta la potencia del tractor y el valor de adquisición según mercado y año de fabricación se calculó para la provincia de Melgar de S/. 91.4 por hora siendo el más alto y el más bajo sería el de la provincia del Collao con S/h 68.6 cabe señalar que estos montos son estimados y no son los que se cobra, en vista de la política de cada municipio y/o agencia que muchas veces están trabajando a costo social es decir muy por debajo del costo real,

razón por la cual muchas maquinarias están en inoperatividad por no contar con un fondo de reposición que se debe alcanzar al término de su vida útil.

En la Tabla 12, se observa que para las instituciones existe diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que entre las instituciones existe diferencias en cantidad de tractores, para las provincias existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que se tiene similar cantidad de tractores. El coeficiente de variación igual al 15.19% indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para cantidad de tractores por instituciones y provincias.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques (Instituciones)	1	10.42	10.42	28.32	7.71	21.20	**
Tratamientos (Provincias)	4	10.50	2.62	7.13	6.39	15.98	*
Error Experimental	4	1.47	0.37				
Total Correcto	9	22.39					

CV= 15.19%

$\bar{X}$ = 3.99

En la Tabla 13, se observa la prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la cantidad de tractores por instituciones, donde los municipios ofrecen mayor cantidad de tractores en promedio con 27.00 tractores, el cual es estadísticamente superior a las Agencias Agrarias con 9.4 tractores en promedio.

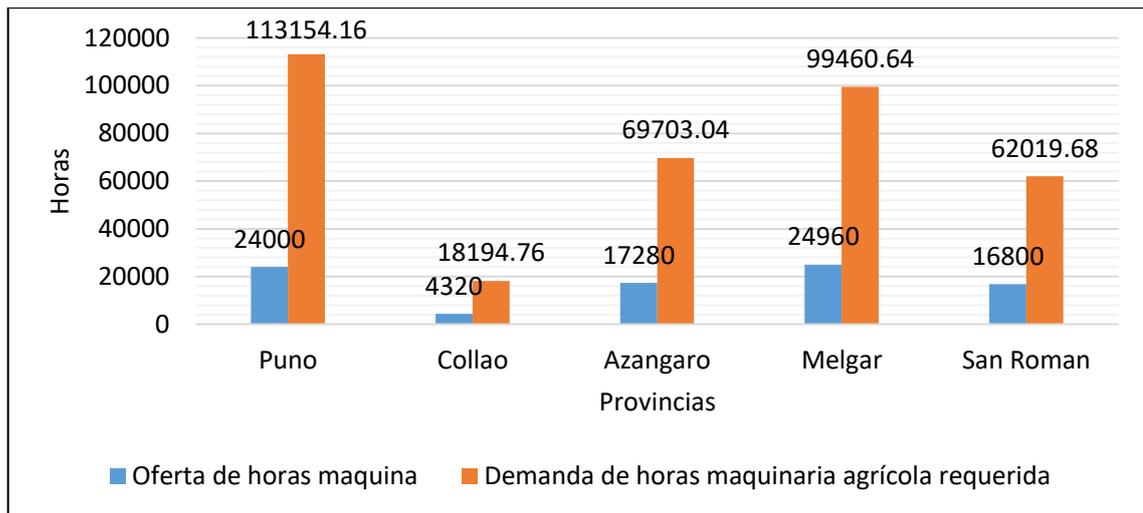
**Tabla 12.** Prueba de Duncan para instituciones respecto a la cantidad de tractores.

ORDEN DE MÉRITO	INSTITUCIONES	PROMEDIO DE TRACTORES (N°)	DATOS TRANSFORMADOS	$P \leq 0.05$
1	Municipios	27.00	5.02	a
2	Agencias Agrarias	9.4	2.97	b

En la Tabla 14, se observa la prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la cantidad de tractores por provincias, donde la provincia de Puno tiene mayor cantidad de tractores en promedio con 26.00 tractores, seguido de la provincia de Melgar con 25.00 tractores, San Román tuvo 18.00 tractores y Azángaro con 17.50 tractores, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la provincia de El Collao con 4.50 tractores en promedio.

**Tabla 13.** Prueba de Duncan para instituciones respecto a la cantidad de tractores.

ORDEN DE MÉRITO	PROVINCIAS	PROMEDIO DE TRACTORES (N°)	DATOS TRANSFORMADOS	$P \leq 0.05$
1	Puno	26.00	4.90	a
2	Melgar	25.00	4.89	a
3	San Román	18.00	4.08	a
4	Azángaro	17.50	4.02	a
5	El Collao	4.50	2.09	b



**Figura 17.** Oferta y demanda de horas maquina requerida por provincia.

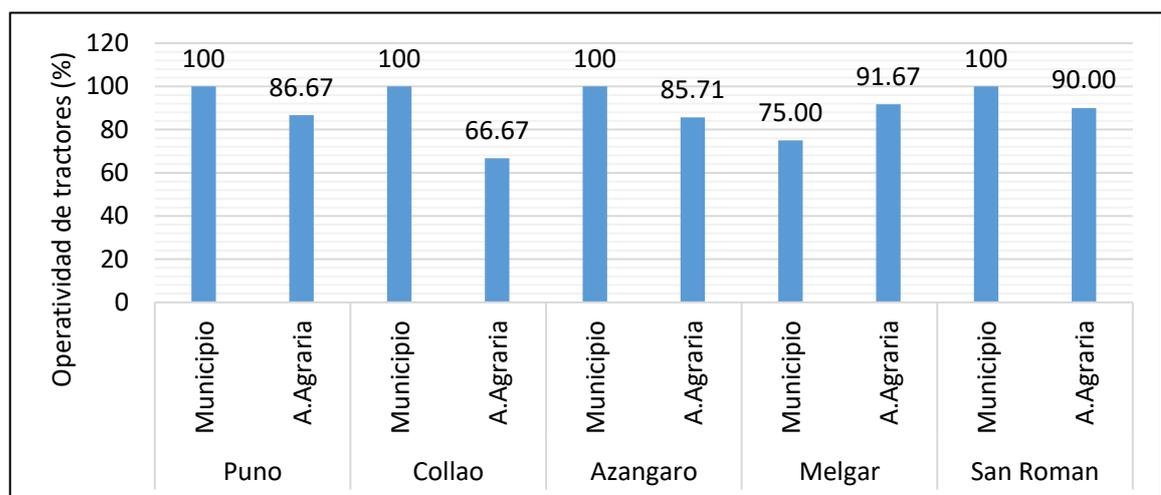
Según la Figura 17, de oferta y demanda de maquinaria agrícola expresado en horas máquina para las cinco provincias escogidas para el presente trabajo se observa que la mayor demanda es en la provincia de Puno con 113 154,16 h. debido básicamente a la mayor extensión agrícola que comprende a todos sus distritos con posibilidades de ser mecanizada, así mismo la mayor oferta de maquinaria lo tiene la provincia de Melgar que tiene un promedio de 52 tractores entre municipio y Agencia Agraria y pueden ofertar un total de 24 960 h. para poder atender en una campaña agrícola por una sola vez ya que la campaña grande comprende el mayor uso de maquinaria que es el mes de agosto y setiembre para siembra de quinua y papa y posteriormente avena forrajera, mientras que la provincia con menos demanda de maquinaria es el Collao según datos obtenidos en las encuestas, a nivel de municipio y Agencia Agraria con solo 18194,76 h según datos obtenidos de las encuestas, en líneas generales para las cinco provincias se puede ver que la demanda es superior a la oferta lo que hace evidenciar la falta de maquinaria agrícola para satisfacer la necesidad de la población.

Es necesario indicar que, el uso de tractor debe ser de acuerdo a las características de las unidades de producción, a nivel de predio, región y país, donde debe existir una relación armónica de capacidad de trabajo y costos entre la demanda de tractores y de máquinas de los sistemas productivos y la disponibilidad de éstas (Negrete *et al.*, 2013).

#### 4.5.ESTADO Y CONSERVACIÓN

##### 4.5.1. Estado de operatividad de los tractores agrícolas

En la Figura 18, se observa que los tractores que actualmente poseen los municipios provinciales de: Puno, El Collao, Azangaro y San Roman tienen una operatividad de sus tractores al 100%, con excepción de la provincia de Melgar que solo tiene el 75% de sus tractores operativos y el 25% no está operativo debido a las fallas continuas por sus años de funcionamiento y pasado su periodo de vida útil que es más de diez años. En cuanto a las Agencias Agrarias, de Melgar y San Román tuvieron operatividad de sus tractores agrícolas de 91.67% y 90.00% respectivamente, de Puno y Azángaro con 86.67 y 85.71%; y la Agencia Agraria de El Collao tuvo 66.67% de operatividad.



**Figura 18.** Porcentaje operatividad de tractores agrícolas por Municipio y Agencia agraria.



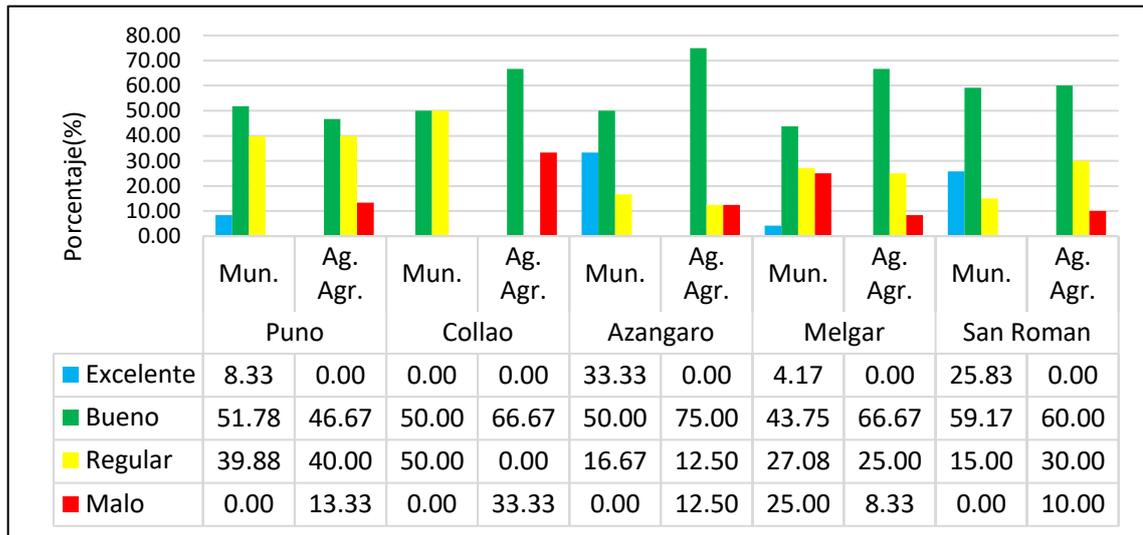
Al respecto Villalobos (2019), manifiesta que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, etcétera. Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. Todas estas actividades no fueron realizadas oportunamente en la provincia de Melgar básicamente por el poco interés de las autoridades de turno y los cambios constantes de responsables de la maquinaria.

#### **4.5.2. Estado de conservación de tractores agrícolas**

En la Figura 19, se observa el estado de conservación de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria; de donde se desprende lo siguiente:

- Calificativo de excelente; los municipios de Azángaro y San Román tuvieron 33.33% y 25.83%; Puno y Melgar con 8.33% y 4.17%; el Collao no tuvo una excelente conservación. Ninguna Agencia Agraria tuvo este calificativo en sus tractores agrícolas.
- Calificativo de Bueno; los municipios de San Román y El Collao tuvieron 59.17% y 50.00%; Puno, Azángaro y Melgar tuvieron 51.78%, 50.00% y 43.75% respectivamente. Las Agencias Agrarias de Azángaro, El Collao y Melgar tuvieron 75.00%, 66.67% y 66.67%; San Román y Puno tuvieron 60.00% y 46.67%.
- Calificativo de Regular; los municipios de El Collao y Puno con 50.00% y 39.88%, Melgar y San Román con 27.08% y 15.00%, y el municipio de Azángaro tuvo 16.67%. Las Agencias Agrarias de Puno y San Román con 40.00% y 30.00%, Melgar y Azángaro con 25.00% y 12.50%, y El Collao con 0.00%.

- Calificativo de Malo; El municipio de Melgar tuvo 25.00%; Puno, El Collao, Azángaro y San Román tuvieron 0.00%. En Agencias Agrarias, el Collao tuvo 33.33%, Puno y Azángaro con 13.33% y 12.50%, San Román y Melgar tuvieron 10.00 % y 8.33%.



**Figura 19.** Estado de conservación de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria.

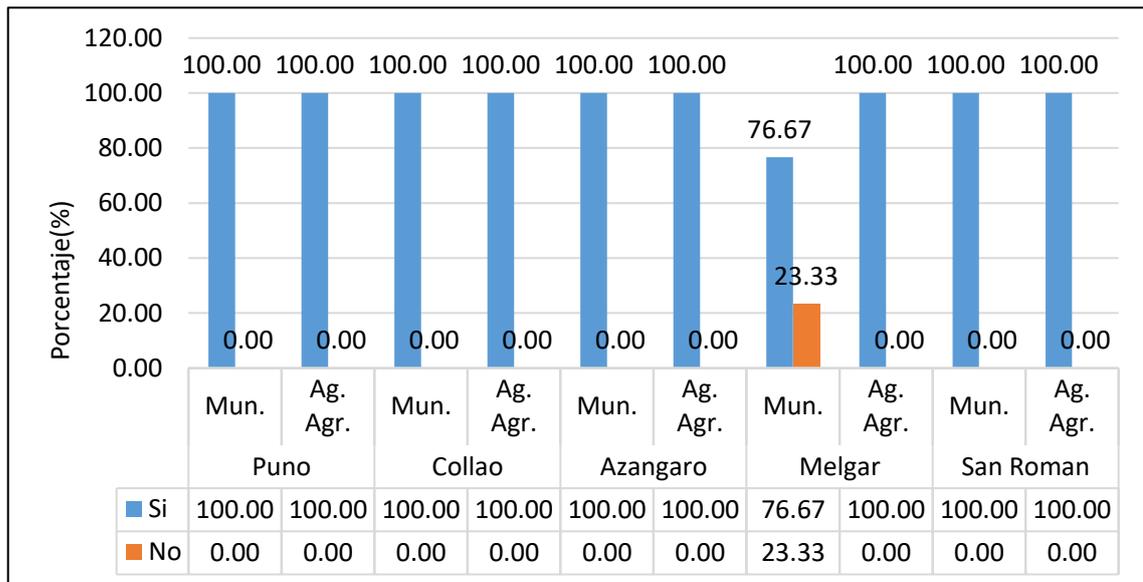
#### 4.5.3. Mantenimiento de tractores agrícolas

En la Figura 19, se visualiza el porcentaje de mantenimiento de tractores agrícolas por Municipio y Agencia Agraria, donde se desprende lo siguiente:

- En municipios distritales de las provincias se aprecia que en la mayoría de los casos indicaron que, si se realiza el mantenimiento de los tractores agrícolas; excepto el municipio de Melgar donde solo el 76.67% de sus tractores tiene mantenimiento y están operativos. Al respecto del mantenimiento se entiende como una serie de acciones que procuran aumentar la vida útil de un motor el mayor tiempo posible, en condiciones normales de uso. Los motores modernos tienen un esquema simplificado

de mantenimiento y se han perfeccionado los sistemas que protegen a los mismos (Noya, 2005).

- En todas las Agencias Agrarias, indicaron que si se realiza el mantenimiento de sus tractores agrícolas y de ser así es lógico pensar que la operatividad de los tractores se debe al mantenimiento preventivo que se realiza en cada institución.



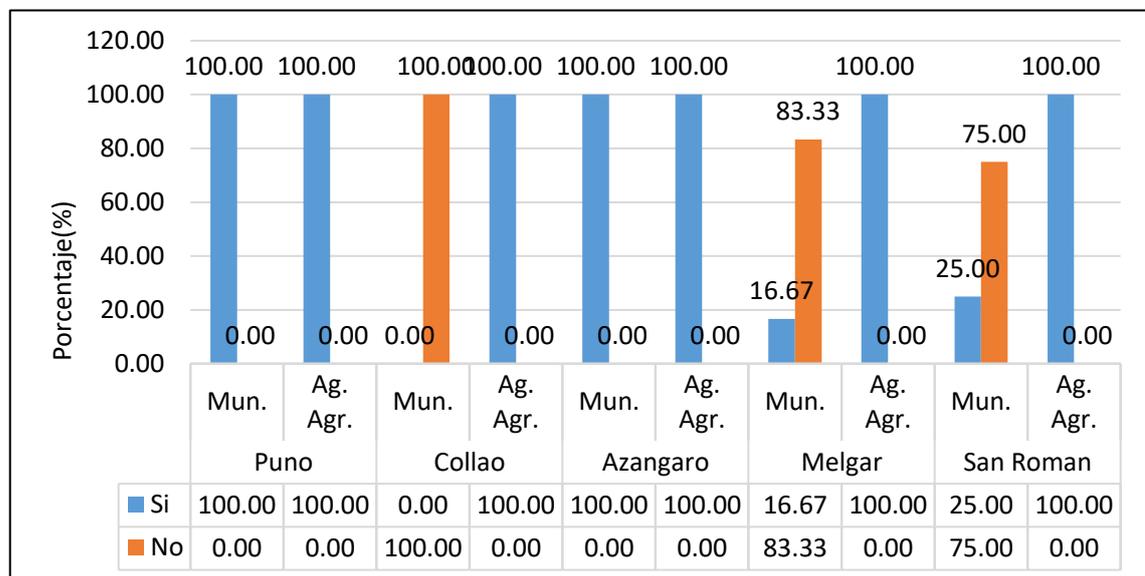
**Figura 20.** Mantenimiento de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria.

Según el CENSO 2012 en el Perú el porcentaje de tractores operativos es del 70% lo que se estaría reflejando también en nuestras encuestas ya que lo manifestado por los encargados del taller de maquinaria de la provincia de Melgar es de 76.67 % operativos es decir de 10 tractores, 3 están inoperativos por diversas razones principalmente la falta de repuestos para su operatividad y que tienen más de 10 años de antigüedad lo que empeora la situación, sin embargo el número de máquinas nuevas que se importan a nivel nacional durante los últimos 6 años fue de un promedio de 1000 tractores sin tener una idea exacta de cuál es su destino por región o departamento, pero que si representan un incremento en el índice de mecanización como también en la operatividad de estas

máquinas nuevas o seminuevas.

#### 4.5.4. Capacitación a los operarios de tractor agrícolas

En la Figura 21, se observa la capacitación a operarios para el mantenimiento de tractores agrícolas por Municipio y Agencia Agraria; donde los operarios de los municipios de Puno y Azángaro indicaron que si hay capacitación (100%), San Román y Melgar con 25.00% y 16.67% de capacitación y El Collao 0.00% de capacitación. Mientras que en todas las Agencias Agrarias indicaron que si reciben capacitación.



**Figura 21.** Capacitación a operarios para el mantenimiento de tractores agrícolas por municipio y Agencia Agraria.

La capacitación se refiere a que cada vez que un proveedor entrega un tractor nuevo como parte de la venta capacita en el uso y mantenimiento de los tractores a todos los operadores de los municipios o Agencias Agrarias y es algo que viene ya normado como parte del compromiso del proveedor, sin embargo esto ocurre una sola vez y la capacitación debe ser permanente ya que en cada gestión existen cambios de gerentes, administradores y operadores quienes no están familiarizados con el uso adecuado de



estas máquinas lo que lleva a que la vida útil de estos tractores no alcancen los 12 años o 12 000 horas de servicio.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Sánchez-Hernández *et al* (2014), quienes, al realizar un Diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México, detectaron que el nivel de conocimientos requerido para operar eficientemente una maquinaria agrícola era bajo; el 75.2 % de los usuarios de la maquinaria agrícola dijeron no haber sido capacitados al momento de adquirir un equipo nuevo, mientras que el otro 24.8 % había recibido capacitación muy general al momento de adquirir su maquinaria. Aduciendo, que los conocimientos con que cuentan han sido adquiridos a través del tiempo mediante prueba y error o mediante conocimientos transferidos por familiares, compañeros o vecinos. Esto demuestra, que a pesar que se tenga una buena maquinaria agrícola, muchas veces existe la falta de capacitación al operario de la maquinaria agrícola, lo cual influirá en la eficiencia de las labores agrícolas en campo agrícola, el costo de combustible, y la vida útil de la maquinaria agrícola.

En el Perú, se vienen utilizando un millón 800 mil hectáreas mecanizables, habiendo logrado mecanizar un millón 400 mil hectáreas, existiendo aún la necesidad de mecanizar unas 400 mil hectáreas, lo que representa aproximadamente 2,500 tractores. Esto se ha podido comprobar con la gran cantidad de requerimientos de maquinaria agrícola efectuados por las municipalidades y comunidades campesinas y el Ministerio de Agricultura, lo cual llevó a que conjuntamente con el Banco de la Nación se otorgaría una línea de crédito de 150 millones de soles para el inicio de MUNITRACTOR. (MINAGRI 2019)



## V. CONCLUSIONES

Sobre el índice de mecanización; a nivel de provincias se observó que la provincia de Melgar presentó el mejor índice con 0.169HP/ha seguido de Azángaro con 0.168 HP/ha, siendo el más bajo la provincia de Puno con 0.118HP/ha, a nivel de distritos el mejor índice lo presento Azángaro y Llalli con 0.288 HP/ha y 0.279 HP/ha respectivamente; mientras que en la Provincia de El Collao el distrito de Santa Rosa presento un índice de mecanización de 66 HP/ha.

La mayor oferta de tractores agrícolas lo tiene la provincia de Melgar que tiene un promedio de 52 tractores entre municipio y Agencia Agraria y pueden ofertar un total de 24 960 h. mientras que la oferta más baja es de la provincia de El Collao con tan solo 9 tractores, en cuanto a la mayor oferta de potencia disponible por institución los cinco municipios provinciales ofrecen un total de 2680 Kw que es superior al de las agencias agrarias con 899 kw , en cuanto a la demanda se da en la provincia de Puno con 113154,16h. debido básicamente a la mayor extensión agrícola que comprende a todos sus distritos.

En cuanto al estado y conservación de tractores agrícolas por provincia y Agencia Agraria se observó que en estado de excelente se tiene a Azangaro con 33.33% y San Roman con 25.83% de sus tractores, mientras que ninguna Agencia Agraria manifestó tener un solo tractor en excelentes condiciones.



## VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

Mejorar el índice de mecanización de la región y del país acercándonos al recomendado por la FAO, promoviendo la renovación del parque de maquinaria de la región y así poder tener un desarrollo sostenible para la agricultura sobre todo en el uso de la energía motriz que es muy importante para la producción.

Se recomienda una mejor administración de la potencia disponible organizando de mejor manera el servicio de maquinaria que brindan los municipios y Agencias Agrarias que deben concatenar esfuerzos y cubrir las más extensas áreas posible a mecanizar.

También se recomienda promover la renovación de los tractores a nivel de municipios en vista de la gran demanda existente por este servicio, a su vez buscar la manera de investigar la oferta de productores privados o personas que se dedican a dar servicio con tractor particular en todas las provincias en vista de no existir una base de datos que permita establecer la oferta de estos servicios.

Proponer la reactivación del programa de maquinaria a nivel MINAGRI (PMAP) encargado de dar servicio de maquinaria agrícola, mantenimiento y conservación de los tractores, para superar el porcentaje de 70% de tractores operativos y lograr alcanzar un 100% de tractores operativos y mejorar la oferta de maquinaria de la región y del departamento.



## VII. REFERENCIAS

- Agraria.pe (2011). Mecanización del agro evitaría pérdidas de hasta 30%. Producción. Recuperado de web: <https://agraria.pe/noticias/mecanizacion-del-agro-evitaria-perdidas-de-hasta-30-1338>
- Arnal, A. P. (2005). Tractores y Motores Agrícolas, 3° edición, edit. Edición Mundi Prensa. España.
- Alvarado, A. (2004). Maquinaria y Mecanización Agrícola. 1. ed. Editorial Universidad a distanciaría San José. Costa Rica. 565: 665-369 p
- Alvares C. A. “Administration de la maquiaria Agrícolas” Primera Edición Bogota Colombia 2004.180 – 181p
- Bone, C. (2016). A complex adaptive systems perspective of forest policy in China. Department of Geography, University of Oregon, Eugene 97403, USA. Published by Technological forecasting and social change.
- Chinchay, W. y Reyes, J. (2019). Tipos y Marcas de tractores agrícolas. Monografía. Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Ancash Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú. 25 p. Consultado el 06/06/2021; 9:35 pm. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/365284079/TIPOS-Y-MARCAS-DE-TRACTORES-docx>
- CIP. (2020) Webinar: Luis Valdivieso. Mecanización Agrícola en el desarrollo nacional, <https://www.cip.org.pe/events/mecanizacion-agricola-de-la-agricultura-familiar-vinculo-con-el-estado/>



- Cortés Marín, Elkin Alonso; Botero Hoyos Jaime Y Gómez, Jorge Mario. (2009) Mecanización agrícola: prácticas y equipos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 615 p.
- Cauhtémoc et al, Parque de Tractores Agrícolas en México: estimacion y proyección de la demanda, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias versión On-line ISSN 2071-0054 Rev Cie Téc Agr vol.22 no.3 San José de las Lajas set. 2013
- Darnhofer, I., Gibbon, D. y Dedieu, B. (2012). Farming systems research into 21st century: The new dynamic. DOI 10.1007/978-94-007-4504-2\_I. Spring Science & Business Media Dirdrecht.
- Delgado, F. A. (2016). Selección y programación de la maquinaria agrícola para el empacado de rastrojo de arroz en el Valle de Majes – Arequipa. Tesis de Pregado. Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Puno, Perú. 93 p.
- Di Prinzo, A.; Magdalena, C.; Behmer, S. (2011). El tractor en cultivos intensos: nociones de uso y funcionamiento. 1ra. Ed. Alto Valle: Ediciones INTA. Argentina. 104 p.
- Donaire, J. (2014). Mecanización agrícola mecanización agrícola. Universidad Nacional Autónoma de Honduras centro Universitario regional del litoral atlántico departamento de ingeniería agrícola. 7 p.
- Durán, J. (2000). El problema agrario de Galicia (otro proceso de cambio por derribo). Agricultura y Sociedad.
- ECLAC, FAO e IICA. (2012). The Outlook for Agriculture and Rural Development in the Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean 2013. Santiago, Chile: FAO.



- Friedrich, T. 1980. Manual de prácticas Integradas de manejo y conservación de suelos. 58 p.
- FAO. (2012). Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Primera edición. Roma. 272 p.
- Gaytán, J.G. (2007). Administración de maquinaria agrícola. Apuntes de curso. Ingeniería Mecánica Agrícola. Chapingo, México.
- Garduño, G. 2000. El origen del maíz. En línea consultado 22/01/2012. Formato html. Disponible en la web: [www.uaemex.mx](http://www.uaemex.mx).
- Guzman, R. F. 2015, Explotación del parque de máquinas y tractores. Universidad Autónoma de Nuevo León. 93 p.
- Gómez, J. A., Picazo, A. y Reig, E. (2008). Agricultura, desarrollo rural y sostenibilidad medioambiental, Revista CIRIEC-España, 61 (Desarrollo sostenible, Medioambiente y Economía Social), pp. 103-126.
- Ibáñez, M. (1986). Mecanización y desarrollo. Segundo Seminario Nacional de Mecanización Agrícola. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillán. pp201.
- Instituto Nacional de Estadístico e informática (INEI), 2012, IV Censo Nacional Agropecuario.
- HUNT, DONNEL. (1986). Maquinaria Agrícola. Rendimiento Económicos, costos, operaciones, potencia y selección de equipo



IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). (2006). Ahorro, Eficiencia Energética y Estructura de la Explotación Agrícola. Madrid, España. 48 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (1980). En busca de tecnología para el pequeño agricultor. Serie Institucional N°9. San José Costa Rica. 500 p.

Interempresas.net (2021). Tractores para el trabajo en colina y en montaña: con ruedas iguales. Consultado el 06/06/2021; 7:55pm. Recuperado de:

<http://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Tractor-especializado-articulado-reversible-Antonio-Carraro-SRX-7800-176708.html>

Interempresas.net (2021). Tractores de orugas: cuentan con potencias de los 99 CV a los 107 CV. Consultado el 06/06/2021; 8:00pm. Recuperado de:

<http://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Tractores-de-orugas-Landini-Trekker4-C-170908.html>

Loor, O.A.; Cevallos, R.X.; Liudmyla, C. (2019). Diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí, Ecuador. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 28, No. 1, 2019, E-ISSN: 2071-0054.

Lujan, E.R. (2017). Determinación del índice de mecanización y demanda de maquinaria agrícola en los sectores en los sectores: El Moro, Vichanzao, Mochica Alta y Conache, del Valle Moche – Región La Libertad. Tesis de grado. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 171 p.



LÓPEZ GARRIDO ROSA, 2010. Laboreo de Conservación: Efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos, Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, España. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/52891/1/Laboreo%20de%20conservaci%C3%B3n%20Efectos%20a%20corto%20y%20largo%20plazo%20sobre%20la%20calidad.pdf>

Made-in-China (2021). John Deere 304 30HP de 4 X 4 Tractor. Consultado el 06/06/2021; 7:30pm. Recuperado de: [https://es.made-in-china.com/co\\_ericzhang58/image\\_John-Deere-304-30HP-4-X-4-Tractor\\_rishihnhg\\_BaVRdfnGCHqF.html](https://es.made-in-china.com/co_ericzhang58/image_John-Deere-304-30HP-4-X-4-Tractor_rishihnhg_BaVRdfnGCHqF.html)

Molina, F.D. (2008). Motores y Máquinas Agrícolas. Escuela Superior de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Almería. Almería. 183 p.

Negrete, J.; Tavares, A. L. y Tavares, R. L. (2013). Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 22(3), 61-69. Recuperado en 04 de junio de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000300011&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300011&lng=es&tlng=es).

MINAGRI (2019) <https://www.minagri.gob.pe/portal/201-especiales/especiales/2190-programa-munitractor>

Noya, R. (2005). Motores: Potencia y mantenimiento. Maquinaria. Revista del Plan Agropecuario. 4 p. Consultado el 06/06/2021; 8:45 pm. Recuperado de: [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R114/R114\\_48.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R114/R114_48.pdf)



- Ortiz, J. (2014). Requerimientos energéticos de la agricultura, Máquinas y Tractores. 6. ed. Editorial. Mundi-Prensa. España. 525: 69-76, 400-514 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO) 2012. Estrategia de mecanización agrícola (EMA).<http://www.fao.org/ag/ags/mecanizacion-agricola/estrategia-de-mecanizacion-agricola-ema/es/>
- Peralvo, L. (2010). Mecanización en la Agricultura. Tomado de: Agrytec.com.
- PROYECTO HERRANDINA (1983). Mecanización Agrícola. Tomos I y II.
- Pereyra V. tesis “Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT89GE de la empresa Agrícola San Juan” Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica LAMBAYEQUE – PERU 2019.
- Rodríguez, S. C. y Orbegoso, L. A. (2018). Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en Perú. Rev. Tzhoecoen julio – septiembre 2018. VOL. 10 / N° 3, ISSN: 1997-8731.
- Sánchez-Hernández, M.A.; Ayala-Garay, A.V.; Cervantes-Osornio, R.; Garay-Hernández, M.; La O-Olán, D.; Martínez-Trejo, G.; Velázquez-López, N. (2014). “Diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México”, Agricultura, sociedad y desarrollo, 11(4): 499-516, 2014, ISSN: 1870-5472. Consultado el 4 de junio de 2021]. ISSN: 1870-5472. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360535327004>
- SENAMHI, 2015. Reporte técnico PISCO: Peruvian Interpolated data of the SENAMHI’s Climatological and hydrological Observations. Precipitación v1.0. [ftp://ftp.senamhi.gob.pe/PISCO\\_PREC/2017/](ftp://ftp.senamhi.gob.pe/PISCO_PREC/2017/)
- Smith, M; Shugart, H; Woodward, F.I. (1994). Plant functional types. Cambridge University Press. Cambridge
- Sims, B. (2010). Tecnología apropiada para una agricultura sustentable. VI Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola, Chillán, Chile. Enero de 2010.
- Slater, D. A. S.: Evaluación Técnica de la Demanda y Disponibilidad de Tractores Agrícolas en Chile Tesis (en opción al título de Ingeniero Civil), Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, Chillán, Chile, 2008.



Tractores y máquinas agrícolas (2021). Lastrado: tipos, ventajas y desventajas ¿Debo lastrar mi tractor? Consultado el 06/06/2021; 8:15pm. Recuperado de:

<https://www.tractoresymaquinas.com/lastrado-neumaticos-agricolas/>

TractorExport.com (2021). Uso de Contrapesos y Lastre en el Tractor. Consultado el 06/06/2021; 8:23pm. Recuperado de:

<https://tractorexport.com/uso-de-contrapesos-y-lastre-en-el-tractor/>

Valdiviezo, L. B. (2011). Estado actual de la Mecanización Agrícola en el Perú. Facultad de Ingeniería Agrícola, Departamento de Mecanización Agrícola, UNA La Molina, Boletín N°3-Nov, 2011.

Web, R. y Fernández, G. (2017). Compendio estadístico: Perú en números. Instituto Cuánto. ISBN: 978-9972-869-19-8. Lima, Perú.



## ANEXOS

**Tabla 14.** Superficie cultivada (has) de las provincias en estudio.

Provincia y distrito	Has
Prov. Puno Dist. Puno	1513
Prov. Puno Dist. Acora	6864
Prov. Puno Dist. Amantani	758
Prov. Puno Dist. Atuncolla	5303
Prov. Puno Dist. Capachica	2625
Prov. Puno Dist. Chucuito	2225
Prov. Puno Dist. Coata	3750
Prov. Puno Dist. Huata	2893
Prov. Puno Dist. Mañazo	3754
Prov. Puno Dist. Paucarcolla	4628
Prov. Puno Dist. Pichacani	1121
Prov. Puno Dist. Plateria	1963
Prov. Puno Dist. San Antonio	105
Dpto. Puno Prov. Puno Dist. Tiquillaca	1266
Dpto. Puno Prov. Puno Dist. Vilque	2007
<b>Total</b>	<b>40776</b>



Prov. Azangaro Dist. Azangaro	6593
Prov. Azangaro Dist. Achaya	2068
Prov. Azangaro Dist. Arapa	3693
Prov. Azangaro Dist. Asillo	7140
Prov. Azangaro Dist. Caminaca	2521
Prov. Azangaro Dist. Chupa	2826
Prov. Azangaro Dist. Jose Domingo Choquehuanca	880
Prov. Azangaro Dist. Muñani	1625
Prov. Azangaro Dist. Potoni	786
Prov. Azangaro Dist. Saman	4689
Prov. Azangaro Dist. San Anton	4348
Prov. Azangaro Dist. San Jose	1522
Prov. Azangaro Dist. San Juan de Salinas	2383
Prov. Azangaro Dist. Santiago de Pupuja	5372
Prov. Azangaro Dist. Tirapata	2148
<b>Total</b>	<b>48593</b>
Prov. El Collao Dist. Ilave	16086
Prov. El Collao Dist. Capazo	0
Prov. El Collao Dist. Pilcuyo	4544



Prov. El Collao Dist. Santa Rosa	5
Prov. El Collao Dist. Conduriri	265
<b>Total</b>	<b>20900</b>
Prov. Melgar Dist. Ayaviri	9302
Prov. Melgar Dist. Antauta	483
Prov. Melgar Dist. Cupi	2016
Prov. Melgar Dist. Llalli	1344
Prov. Melgar Dist. Macari	4360
Prov. Melgar Dist. Nuñoa	2582
Prov. Melgar Dist. Orurillo	5262
Prov. Melgar Dist. Santa Rosa	2270
Prov. Melgar Dist. Umachiri	6270
<b>Total</b>	<b>33889</b>
Prov. San Roman Dist. Juliaca	6617
Prov. San Roman Dist. Cabana	4069
Prov. San Roman Dist. Cabanillas	556
Prov. San Roman Dist. Caracoto	4263
<b>Total</b>	<b>15505</b>

Fuente: INEI 2012

**Tabla 15.** Datos de tractores de la provincia de Puno.

Parametro	Acora	Atuncolla	Capachica	Chucuito	Coata	Huata	Paucarcolla
S.Ha. Cultivadas	6864	5303	2625	2225	3750	2893	4628
N° de tractores A.	8	3	3	6	4	5	6
horas trabajadas	1500	1000	1500	1500	1000	2500	3500
Marca	MF(4)NH(4)	JD(3)	JD(1)MF(1)NH(1)	JD(2)MF(2)NH(2)	JD(4)	JD(2)MF(3)	JD(2)MF(2)NH(2)
Modelo	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Año de fabricacion	MF(1980) NH(1995)	JD (1980)	JD(2016) MF(2016) NH(2018)	JD(2002)MF(2001) NH(2005)	JD(1996 Y 1985)	JD(2002)MF(2001)	JD(2001)MF(2005) NH(2010)
Potencia HP	MF(75) NH(90)	90	JD(85)MF(110) NH(85)	JD(110)MF(110) NH(85)	JD (85)	JD(110)MF(110)	JD(125)MF(110) NH(120)
Traccion	MF(4X2) NH(4X4)	4X4	4x4	JD(4X4)MF(4X2) NH(4X4)	JD(4X2)	JD(4X2)MF(4X2)	JD(4X2)MF(4X4) NH(4X4)
Implementos	Arado y rastra 8 y 8	Arado y rastra 3 y 3	Arado y rastra 3 y 3	Arado y rastra 6 y 6	Arado y rastra 3 y 3	Arado y rastra 5 y 5	Arado y rastra 6 y 6



	Estado del tractor	Operativo	Operativos	Operativo	Operativos	Operativos	Operativos	Operativos	Operativos
	Conservación	2 Excelentes 5 Buenos 1 Regular	3 Regulares	3 Buenos	1 Excelente 4 Buenos 1 Regular	2 Buenos 2 Regulares	5 Regulares	1 Excelente 5 Buenos	
	Mantenimiento	si	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	Capacitación	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	
	Quien debe capa	FB	MUNI	IE	MINAG	GR	IE	FB	
Pot. Total	3335	660	270	280	610	255	550	710	
Sup. Cult. (has)									
28288.54	IM=HP/HA	0.096148803	0.050916977	0.10667358	0.27413759	0.06799655	0.19009896	0.15341334	
	IM=HP/HA	0.117892263							

FUENTE: INEI 2012, Donde: JD (John Deere) MF ( Massey Ferguson), NH (New Holland)

**Tabla 16.** Datos de tractores de la provincia de El Collao

Parametro	Pilcuyo	Santa Rosa
Sup. Cult. (has)	4543.69	5.00
N° de tractores A.	3	3
horas trabajadas	1000	1500
Marca	Massey Ferguson (3)	Massey Ferguson (3)
Modelo	NP	NP
Año de fabricacion	1990	1990
Potencia HP	110	110
Traccion	4X2	4X4
Implementos	Arado y rastra3 y 3	Arado y rastra 3 y 3



Estado del tractor			Operativo	Operativo
Conservación			3 Regulares	3 Buenos
Mantenimiento			Si	Si
Capacitacion			No	No
Quien debe capacit.			GR	FABRI.
Potencia. Total de la provincia	660		330	330
Sup. Cult. (has)				
4548.69	IM=HP/HA		0.072628194	66
	IM=HP/HA		0.14509672	

Donde: JD (John Deere) MF (Massey Ferguson), NH (New Holland)

**Tabla 17.** Datos de tractores de la provincia de Azángaro

Parametro	Arapa	Asillo	Azángaro
S.Ha. Cultivadas	3693	7140	6593
N° de tractores A.	3	6	20
horas trabajadas	1500	2500	3500
Marca	JD	JD(3) MF (3)	Lb(10)JD(5)MF(3)NH(2)
Modelo	NP	NP	NP
Año de fabricación	1997	JD (1996)MF(1995)	JD(2005) Lb(2010)
Potencia HP	120	110	Lb(85), JD(110), MF(110), NH (85)
Tracción	4X4	4X4	4x4
Implementos	Arado y rastra 3 y 3	Arado y rastra 6 y 6	Arado y rastra 20 y 20



Estado del tractor		Operativo	Operativo	Operativo
Conservación		3 Excelentes	3 Buenos, 3 Regulares	20 Buenos
Mantenimiento		Si	Si	Si
Capacitacion		Si	Si	Si
Quien debe capacitar		GR	IE	FB
Pot. Total	2920	360	660	1900
Sup. Cult. (has) 17425.76	IM=HP/HA	0.097471957	0.092440211	0.28820017
	IM=HP/HA	0.167568014		

Donde: JD (John Deere) MF (Massey Ferguson), NH (New Holland), LB (Lamborghini)

**Tabla 18.** Datos de tractores de la provincia de Melgar

Parametro	Ayaviri	Cupi	Llalli	Macari	Nuñoa	Orurillo
S.Ha. Cultivadas	9302	2016	1344	4360	2582	5262
Nº de tractores A.	12	3	5	4	8	8
horas trabajadas	1500	2500	1500	1500	4000	1500
Marca	JD(4)MF(4)NH(4)	JD(3)	MF(5)	NH(4)	NH(4)MF(4)	JD(3)MF(2)NH(3)
Modelo	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Año de fabricación	JD(2015)MF(2006)	JD (1990)	MF(2000)	NH(2003)	NH(2009) MF(2010)	JD(2003)MF(2002) NH(2007)
Potencia HP	120	120	120	120	120	120
Traccion	4X4	4X4	4x4	4X4	4X4	JD(4X4)MF(4X2) NH(4X4)
Implementos	Arado y rastra 12 y 12	Arado y rastra 3 y 3	Arado y rastra 5 y 5	Arado y rastra 4 y 4	Arado y rastra 8 y 8	Arados y rastra 8 y 8



Estado del tractor		Operativo	No operative	Operativo	2 operativos y 2 No operativos	Operativos	Operativos
Conservación		12 Buenos	3 Malos	5 Buenos	2 Regulares, 2 Malos	8 Regulares	2 Excelentes, 5 Buenos, 1 Regular
Mantenimiento		si	NO	SI	SI	SI	SI
Capacitación		SI	NO	NO	NO	NO	NO
Quien debe capacitar.		FB	FB	FB	IE	IE	FB
Pot. Total	3500	970	330	375	340	640	735
Sup. Cult. (has)	IM=HP/H						
24865.16	A	0.116109556	0.163697784	0.27903447	0.07798523	0.24786027	0.13968418
	IM=HP/H						
	A	0.140759199					

Donde: JD (John Deere) MF (Massey Ferguson), NH (New Holland)

**Tabla 19.** Datos de tractores de la provincia de San Román

Parametro	Cabana	Cabanillas	Caracoto	Juliaca
S.Ha. Cultivadas	4068.67	556	4263	6617
N° de tractores A.	10	4	5	6
horas trabajadas	8000		5000	
Marca	JD (2)MF(4) NH(4)	MF(2) NH(2)	NH(5)	MF(3) NH(3)
Modelo	NP	NP	NP	NP
Año de fabricacion	JD(80) MF(90)NH(97)	97	2000	97
Potencia HP	90	90	90	90
Traccion	JD(4x4)MF(4X2)NH(4X4)	4x4	4x4	4x4
Implementos	Arado y rastra 5 Y 5	Arado y rastra 4 y 4 y 5	Arado y rastra 5 y 5	
Estado del tractor	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
Conservación	1 Excelente, 8 Buenos, 1 Regular	2 Bueno, 2 Regulares	3 Excelentes, 2 Buenos	2 Excelentes, 4 Buenos



Mantenimiento		Si		Si		
Capacitacion		No		Si		
Quien debe capacitar.		IE		IE		
Pot. Total.	2225		360	900	425	540
Sup. Cult. (has) 15504.92	IM=HP/HA		0.647563542	0.221202506	0.09969879	0.08160206
	IM=HP/HA			0.143502837		

Donde: JD (John Deere) MF (Massey Ferguson), NH (New Holland)



**Tabla 20.** Datos de tractores de la Agencia Agraria Salcedo – Puno

Parametro		Características
S.Ha. Cultivadas		28288.54
N° de Tractores A.		15
horas trabajadas		1500
Marca		SHANG(5) + YANM(4) + JD(6)
Modelo		NP
Año de fabricación		Shangai 92 Yanmar 95 JD 95
Potencia HP		SHANG(85) YANM(85) + JD(110)
Traccion		4x4
Implementos		Arado y rastra 15 Y 15
Estado del tractor		13 Operativos y 2 No operativos
Conservación		7 Buenos, 6 Regulares, 2 Malos
Mantenimiento		si
Capacitación		Si
Pot. Total		1425
Sup. Cult. (has) 28288.54	IM=HP/HA	0.207594007
	IM=HP/HA	0.050373756

**Tabla 21.** Datos de tractores de la Agencia Agraria El Collao

Parametro		Características
S.Ha. Cultivadas		4543.69
N° de tractores A.		3
horas trabajadas		1000
Marca		SHANG(1)+YANM(2)
Modelo		NP
Año de fabricación		Shangai 92 Yanmar 95
Potencia HP		85
Tracción		4x4
Implementos		Arado y rastra 3 y 3
Estado del tractor		2 Operativos y 1 No operativo
Conservación		2 Buenos, 1 Malo
Mantenimiento		Si
Capacitación		No
Pot. Total		255
Sup. Cult. (has) 4548.69	IM=HP/HA	0.056121786
	IM=HP/HA	0.056060096



**Tabla 22.** Datos de tractores de la Agencia Agraria Azángaro

Parametro		Característica
S.Ha. Cultivadas		17425.76
N° de tractores A.		8
horas trabajadas		1500
Marca		SHANG(4)+ JD (4)
Modelo		
Año de fabricación		Shangai 92 Yanmar 95 JD 95
Potencia HP		85
Tracción		4x4
Implementos		Arado y rastra 8 y 8
Estado del tractor		7 Operativos y 1 No operativo
Conservación		6 Buenos, 1 Regular y 1 Malo
Mantenimiento		si
Capacitación		SI
Pot. Total		670
Sup. Cult. (has) 17425.76	IM=HP/HA	0.181406141
	IM=HP/HA	0.038448825

**Tabla 23.** Datos de tractores de la Agencia Agraria Melgar

Parametro		Característica
S.Ha. Cultivadas		24865.16
N° de tractores A.		12
horas trabajadas		1500
Marca		SHANG(4) + YANM(1)+JD(7)
Modelo		NP
Año de fabricación		Shangai 92 Yanmar 95 JD 95
Potencia HP		120
Traccion		4x4
Implementos		Arado y rastra 12 y 12
Estado del tractor		11 Operativos, 1 No operativo
Conservación		8 Buenos, 3 Regulares, 1 Malo
Mantenimiento		si
Capacitación		Si
Pot. Total		1195
Sup. Cult. (has) 24865.16	IM=HP/HA	0.128473073
	IM=HP/HA	0.048059212



**Tabla 24.** Datos de tractores de la Agencia Agraria San Román

Parametro		Caracteristica
S.Ha. Cultivadas		15504.92
Nº de tractores A.		10
horas trabajadas		8000
Marca		SHANG (5) + YANM(1) + JD (4)
Modelo		NP
Año de fabricación		Shangai 92 Yanmar 95 JD 95
Potencia HP		90
Traccion		
Implementos		Arado y rastra 5 Y 5
Estado del tractor		9 Operativos, 1 No operativo
Conservación		6 Buenos, 3 Regulares, 1 Malo
Mantenimiento		si
Capacitacion		Si
Pot. Total		950
Sup. Cult. (has) 15504.92	IM=HP/HA	0.233491534
	IM=HP/HA	0.061270874

**Tabla 25.** Índice de mecanización por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno

	Puno	Collao	Azángaro	Melgar	San Roman	Total	Prom.
Municipio	0.118	0.145	0.168	0.141	0.144	0.715	0.143
Agencia Agraria	0.050	0.056	0.038	0.048	0.061	0.254	0.051
Total	0.168	0.201	0.206	0.189	0.205	0.969	0.194
Prom.	0.084	0.101	0.103	0.094	0.102	0.485	0.097

**Tabla 26.** Número de tractores por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno

	Puno	Collao	Azángaro	Melgar	San Roman	Total	Prom.
Municipio	35.00	6.00	29.00	40.00	25.00	135.000	27.000
Agencia Agraria	15.00	3.00	7.00	12.00	10.00	47.000	9.400
Total	50.000	9.000	36.000	52.000	35.000	182.000	36.400
PROM	25.00	4.50	18.00	26.00	17.50	91.00	18.20

**Tabla 27.** Potencia ofrecida por municipios y Agencias Agrarias dentro de las provincias de Puno

	Puno	Collao	Azángaro	Melgar	San Roman	Total	Prom.
Municipio	3335.00	660.00	2920.00	4210.00	2225.00	13350.00	2670.00
Agencia Agraria	1425.00	255.00	670.00	1195.00	950.00	4495.00	899.00
Total	4760.00	915.00	3590.00	5405.00	3175.00	17845.00	3569.00
PROM	2380.00	457.50	1795.00	2702.50	1587.50	8922.50	1784.50

**Tabla 28.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Puno

Parametro	Respuesta	Puno							Total
		Acora	Atuncolla	Capachica	Chucuito	Coata	Huata	Paucarcolla	
Operatividad	Porcentaje	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Mantenimiento	Si	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
	No	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Capacitacion al operario	Si	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
	no	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

**Tabla 29.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de El Collao

Parametro	Respuesta	El collao		Total
		Pilcuyo	Santa Rosa	
Operatividad	Porcentaje	100	100	<b>100</b>
Mantenimiento	Si	100	100	<b>100</b>
	No	0	0	<b>0</b>
Capacitacion al operario	Si	0	0	<b>0</b>
	No	100	100	<b>100</b>

**Tabla 30.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Azángaro

Parametro	Respuesta	Azangaro			Total
		Arapa	Asillo	Azangaro	
Operatividad	Porcentaje	100	100	100	<b>100</b>
Mantenimiento	Si	100	100	100	<b>100</b>
	No	0	0	0	<b>0</b>
Capacitacion al operario	Si	100	100	100	<b>100</b>
	No	0	0	0	<b>0</b>

**Tabla 31.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de Melgar

Parametro	Respuesta	Melgar						Total
		Ayaviri	Cupi	Llalli	Macari	Nuñoa	Orurillo	
Operatividad	Porcentaje	100	0	100	50	100	100	<b>75.00</b>
Mantenimiento	Si	100	0	100	60	100	100	<b>76.67</b>
	No	0	100	0	40	0	0	<b>23.33</b>
Capacitacion al operario	Si	100	0	0	0	0	0	<b>16.67</b>
	No	0	100	100	100	100	100	<b>83.33</b>

**Tabla 32.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por municipios de la provincia de San Roman

Parametro	Respuesta	san roman				Total
		Cabana	Cabanillas	Caracoto	JULIACA	
Operatividad	Porcentaje	100	100	100	100	<b>100.00</b>
Mantenimiento	Si	100	100	100	100	<b>100.00</b>
	No	0	0	0	0	<b>0.00</b>
Capacitacion al operario	Si	100	0	0	0	<b>25.00</b>
	No	0	100	100	100	<b>75.00</b>

**Tabla 33.** Porcentaje de operatividad, Mantenimiento por Agencias Agrarias

Parametro	Respuesta	Salcedo	El collao	Azangaro	Melgar	San Roman
Operatividad	Porcentaje	86.67	66.67	85.71	91.67	90.00
Mantenimient	Si	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	No	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capacitacion al operario	Si	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	No	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 34.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Puno  
(N°)

Conservación	Porcentaje							Total
	Acora	Atuncolla	Capachica	Chucuito	Coata	Huata	Paucarcolla	
E	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	4.00
B	5.0	0.0	3.0	4.0	2.0	0.0	5.0	19.00
R	1.0	3.0	0.0	1.0	2.0	5.0	0.0	12.00
M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Total	8	3	3	6	4	5	6	35.00

**Tabla 35.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Puno  
(%)

Conservación	Porcentaje							Promedio
	Acora	Atuncolla	Capachica	Chucuito	Coata	Huata	Paucarcolla	
E	25	0	0	16.67	0	0	16.67	8.33
B	62.5	0	100	66.66	50.00	0	83.33	51.78
R	12.5	100	0	16.67	50.00	100	0	39.88
M	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100.00

**Tabla 36.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de El Collao (N° y %)

Conservación	N°			Porcentaje		
	Pilcuyo	Santa Rosa	Total	Pilcuyo	Santa Rosa	Total
E	0	0	0	0	0	0
B	0	3	3	0	100	50
R	3	0	3	100	0	50
M	0	0	0	0	0	0
Total	3	3	6	100	100	100

**Tabla 37.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Azángaro (N°)

Conservación	Arapa	Asillo	Azangaro	Total
E	3	0	0	3
B	0	3	20	23
R	0	3	0	3
M	0	0	0	0
Total	3	6	20	29

**Tabla 38.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Azángaro (%)

Conservación	Arapa	Asillo	Azangaro	Total
E	100	0	0	33.33
B	0	50	100	50.00
R	0	50	0	16.67
M	0	0	0	0.00
Total	100	100	100	100

**Tabla 39.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Melgar (N°)

Conservación	Ayaviri	Cupi	Llalli	Macari	Nuñoa	Orurillo	Total
E	0	0	0	0	0	2	2.00
B	12	0	5	0	0	5	22.00
R	0	0	0	2	8	1	11.00
M	0	3	0	2	0	0	5.00
Total	12	3	5	4	8	8	40.00

**Tabla 40.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de Melgar (%)

Conservación	Ayaviri	Cupi	Llalli	Macari	Nuñoa	Orurillo	Total
E	10	0	60	33.33	25.83	10	0
B	80	50	40	66.67	59.17	80	50
R	10	50	0	0	15.00	10	50
M	0	0	0	0	0.00	0	0
Total	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 41.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de San Román (N°)

Conservación	Cabana	Cabanillas	Caracoto	Juliaca	Total
E	1	0	3	2	6
B	8	2	2	4	16
R	1	2	0	0	3
M	0	0	0	0	0
Total	10	4	5	6	25

**Tabla 42.** Estado de conservación de tractores por municipios de la provincia de San Román (%)

Conservación	Cabana	Cabanillas	Caracoto	Juliaca	Total
E	10	0	60	33.33	25.83
B	80	50	40	66.67	59.17
R	10	50	0	0	15.00
M	0	0	0	0	0.00
Total	100	100	100	100	100

**Tabla 43.** Estado de conservación de tractores por Agencias Agrarias por provincias

**Tabla 44.** Modelo de costo operativo para tractor agrícola de 85HP(63.41 Kw)

Conservación	Salcedo		El collao		Azangaro		Melgar		San Roman	
	N° tractores	%								
E	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00
B	7	46.67	2	66.67	6	75.00	8	66.67	6	60.00
R	6	40.00	0	0.00	1	12.50	3	25.00	3	30.00
M	2	13.33	1	33.33	1	12.50	1	8.33	1	10.00

Datos del tractor	Unidad	
Valor de adquisición	Soles	80000
valor de depreciación	soles	8000
Potencia Kw	HP-85 (Kw)	63.41
% de potencia	%	0.85
Consumo de combustible	Kgr/Kw-h	0.12
Costo combustible	S/l	3.876
Costo Lubricante	S/l	16
Vida útil	Años	12
Horas utilizadas anualmente	h	1000



Datos del arado		
Valor de adquisición	Soles	15000
Valor de depreciación	Soles	1500
Rdto. real operación	ha/h	0.25
Costo del operador	S/h	5

TRACTOR.

Vida útil es de  $N = 12$  años.

Número de horas utilizadas anualmente  $n = 1\ 000$

hrs.

Gastos fijos:

$V_a +$

$V_d$

a) INTERES: ( 12% de -----) 5280

2

b) Alojamiento: ( 0.75% de  $V_a$ ) 600

c) Seguro: ( 1% de  $V_a$ ) 800

TOTAL DE GASTOS

FIJOS 6680 S/año



**Gastos variables:**

d) Amortización:  $\frac{Va - 0.1Va}{N \times n}$  6 S/h

e) combustible :  $0.225 \text{ Kg/kw-h} \times 63,41 \text{ (kw)}/0.88\text{kg-l.} \times 0.85 \times 3.44$   
S/l.

28.485 S/h

f) Lubricantes: ( 6% de Litro Aceite) 0.960 S/h

g) Entretienimiento ( 0.15 h/h del tractorista) 0.75 S/h

h) Reparaciones =  $\frac{0.8 Va}{N \times n}$  5.333 S/h

TOTAL DE GASTOS	
VARIABLES	41.529 S/h

COSTO HORARIO DEL TRACTOR =  $\frac{6680 \text{ S/año} + 41.52 \text{ S/h} \times 9 \text{ h}}{1000 \text{ H}}$

CHT =	48.209 S/h
-------	------------

ARADO

Vida útil N = 15 años

Número de horas utilizadas anuales n = 50 ha : 0.25 ha/h = 200 h



Gastos fijos:

$$Va +$$

Vd

a) INTERES: ( 12% de -----) 990 S/año  
2

b) Alojamiento: ( 0.75% de Va) 112.5 S/año

c) Seguro: ( 1% de Va) 150 S/año

**TOTAL DE GASTOS FIJOS 1252.5 S/año**

d) Amortización:  $\frac{Va - 0.1Va}{N \times n}$  4.5 S/h

e) Entretenimiento ( 0.5 h/jornada x (jornada/8horas) 0.3125 S/h

f) Reparaciones =  $\frac{1.3 Va}{N \times n}$  6.5

**TOTAL DE GASTOS FIJOS 11.3125 S/h**



## COSTO HORARIO DEL ARADO

S/año

1252,5 +

11.3125 S/h

200 h

CHA =

17.575 S/h

**COSTO HORARIO DE LA OPERACIÓN = Ch Tractor+Ch arado+Ch Tractorista 70.78 S/ 4 h**

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 22.** Tractor Massey Ferguson modelo 290, de la provincia de Puno, del distrito de Capachica en buen estado de operatividad.



**Figura 23.** Tractor Agrícola de la provincia de San Román, marca John Deere



**Figura 24.** Horómetro de un tractor Agrícola.



**Figura 25.** Rastra pesada de la Provincia de Puno, del distrito de Paucarcolla.



**Figura 26.** Tractor Massey Ferguson 290 inoperativo (Cupi).



**Figura 27.** Empacadora de forrajes que trabaja con tractor New Holland agrícola del distrito de Paucarcolla.



**Figura 28.** Tractor agrícola New Holland TS 110 del taller de la provincia de Azángaro.