

MEDIOS TÉCNICOS DE LABRANZA, SU TENENCIA, USO Y FUENTE DE ENERGÍA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI

Technical means of tillage, their tenure, use and source of energy for family farming in the municipality of Pucarani

René Terán Céspedes¹

RESUMEN

De manera general, la agricultura familiar que se desarrolla en el occidente del país se caracteriza por el uso extendido de la fuerza humana y de animales de tiro, mientras que la fuerza motriz que, si bien ha ido incrementando su presencia, no es la fuente de energía más generalizada. En ese contexto, se ha realizado una investigación para conocer las particularidades de la tenencia de máquinas agrícolas y el uso de las diferentes fuentes de energía aplicadas a la agricultura, en el municipio de Pucarani del departamento de La Paz, aplicándose encuestas y entrevistas a una muestra representativa de productores en las distintas comunidades de sus tres Zonas: Centro, Sur y Norte. En ellas se ha indagado sobre variables de inventario de los distintos Medios Técnicos de Labranza (MTL), de su uso y la fuente de energía requerida. La investigación ha permitido contar con un inventario de las principales herramientas y máquinas agrícolas utilizadas en la zona, identificándose sus principales usos y fuentes de energía; también fueron importantes los hallazgos sobre la introducción del tractor en las actividades productivas. Los resultados muestran que en los últimos años se ha incrementado el uso de la fuerza motriz alcanzando un 54 %, la fuerza humana un 36 % y animal sólo un 10 %. Valores calculados considerando todas las horas dedicadas a las actividades de labranza primaria y secundaria en los distintos cultivos producidos en el municipio. Estos resultados mostrarían que la introducción del tractor no ha seguido una estrategia basada en un diagnóstico de la zona pues se esperaría que la fuerza humana reduzca más y se haga un uso más equilibrado de la fuerza animal, lo que redundaría en una mayor productividad.

Palabras clave: Medios Técnicos de Labranza, fuente de energía, mecanización agrícola, agricultura familiar.

ABSTRACT

In general, family farming that develops in the west of the country is characterized by the widespread use of human power and draft animals, while the driving force that, although it has been increasing its presence, is not the source of more generalized energy. In this context, an investigation has been carried out to know the particularities of the possession of agricultural machines and the use of the different energy sources applied to agriculture, in the municipality of Pucarani of the department of La Paz, applying surveys and interviews to a representative sample of producers in the different communities of its three Zones: Center, South and North. Inventory variables of the different Technical Tillage Means (MTL, by its acronym in Spanish) and their use and the required energy source have been investigated. The research has enable to have an inventory of the main agricultural tools and machines used in the area, identifying their main uses and in what activities and energy sources; the findings on the introduction of the tractor in the productive activities were also important. In general, the results showed that in recent years the use of motive force has increased, reaching 54%, human force 36% and animal force only 10%. These values were calculated considering all the hours dedicated to primary and secondary tillage activities in the different crops produced in the municipality. These results would show that the introduction of the tractor has not followed a strategy based on a diagnosis of the area, since it would be expected that human force will reduce more and make a more balanced use of animal force, which would result in greater productivity.

Keywords: Technical means of tillage, energy source, agricultural mechanization, family farming.

¹ ✉ Agro-ecólogo, Docente e Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2757-523X>. rteran@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

Para producir y cosechar suficientes alimentos, los agricultores deben manejar el ecosistema natural y contribuir con la energía de su propia fuerza de trabajo y la de los animales de tiro, intensificándola mediante herramientas y máquinas, así como con la utilización de insumos como abonos y semillas.

Toda operación agrícola tiene una demanda de mano de obra y ésta varía según los periodos fenológicos del cultivo; la atención oportuna y con calidad de estos requerimientos, incidirá en el incremento de la productividad, la reducción de los tiempos de trabajo y la posibilidad de la ampliación de las áreas de cultivo. Para este efecto el agricultor dispone de diferentes máquinas las mismas que pueden ser accionadas mediante energía humana, animal o motriz; por ello, el concepto de mecanización en su acepción más amplia consiste en la utilización regular de máquinas y equipos en las actividades agrícolas, accionados por las diferentes fuentes de energía disponibles.

El trabajo manual, la energía animal y la energía motriz son factores esenciales en la producción agropecuaria, base principal para la producción de alimentos. En algunas circunstancias lo que obstaculiza la producción, es no disponer de la suficiente mano de obra, animales de tiro o tractores para obtener el máximo rendimiento de los recursos de que se disponen. Por tanto, identificar el comportamiento de estos factores y su influencia sobre la producción permitirá adecuar de mejor manera los procesos de mecanización de los sistemas de producción tradicional, que en la actualidad se han convertido en el pilar fundamental de la seguridad y la soberanía alimentaria del país.

En este marco se ha visto la necesidad de analizar la situación del uso de los Medios Técnicos de Labranza (MTL) en el municipio de Pucarani (87 comunidades) en el departamento de la Paz; para lo cual se ha planteado los siguientes objetivos: a) conocer a modo de inventario, la distribución regional en el acceso y la

oferta de diferentes fuentes de energía utilizadas en la actividad agrícola en el municipio de Pucarani, b) analizar la disponibilidad y uso de diferentes fuentes de energía (tracciones humanas, animales y motrices) utilizadas por la agricultura familiar en el municipio de Pucarani.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El municipio de Pucarani está ubicado en la provincia Los Andes del departamento de La Paz, geográficamente la provincia ocupa el territorio de la región oeste del departamento. El territorio del municipio de Pucarani se sitúa en las siguientes coordenadas geográficas: latitud Sur 16° 32' 11.44" y longitud Oeste 68° 43' 44.15". Se encuentra a una distancia de 40 km de la ciudad de El Alto, utilizando la carretera Panamericana (ruta internacional) que se dirige hacia Copacabana.

Metodología

La investigación realizada ha tenido un diseño no experimental de tipo descriptivo y exploratorio, ya que se analizó la situación actual de las unidades de producción, desde el punto de vista de su situación en relación con los Medios Técnicos De Labranza utilizados. Para la recolección de la información se utilizaron las técnicas de la observación y la entrevista, aplicadas a las familias, informantes clave y tractoristas.

Selección de comunidades y variables de investigación

El municipio de Pucarani está dividido en tres zonas: Norte, Centro y Sur; con 35, 22 y 30 comunidades respectivamente. La selección de las comunidades se basó en un criterio de ubicación geográfica buscando la mayor representatividad y se trabajó con más del 30 % de las comunidades de cada zona. Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, el levantamiento de información primaria se hizo en base a las variables de investigación que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables de investigación.

VARIABLES SOCIALES	INVENTARIO MEDIOS TÉCNICOS DE LABRANZA	USO DE MEDIOS TÉCNICOS DE LABRANZA
<ul style="list-style-type: none"> - Número total de integrantes de la familia. - Número de integrantes de la familia que viven en la comunidad. - Superficie total del predio de la familia. - Superficie que destina a cada cultivo que tenga la familia. - Si contrata o no jornalero y para qué tipo de labores 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar todos los Medios Técnicos de Labranza (MTL) en función al tipo de energía empleado (humana, animal y/o motriz) - Cuantificar el número total de MTL con que cuentan las familias y a los que tienen acceso. - Uso de energía animal y energía motriz: <ul style="list-style-type: none"> o Propiedad de MTL o Servicios de alquiler o Costos de operación por hectárea. o Empleo de energía motriz o Marca de la maquinaria, potencia o Datos sobre actividades de trabajo anual con el tractor (características de los implementos como arado de vertedera, arado de disco, rastra y otros). 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de implementos agrícolas de energía humana, animal y motriz: <ul style="list-style-type: none"> o En qué meses del año o Cuántas veces o Labor que se realiza - Niveles de mecanización: <ul style="list-style-type: none"> o Número de tractores o Número de implementos agrícolas o Número de hectáreas cultivadas o Número de hectáreas mecanizadas o Total de área disponible - Sobre los tractores <ul style="list-style-type: none"> o Número de tractores o Tractores por hectárea o Potencia media por tractor o Potencia disponible por hectárea - Índice de mecanización en base a las fuentes de energía disponibles y utilizadas

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Marco general del uso de la energía en las labores agrícolas

La fuerza que puede producir un hombre equivale a la décima parte de su peso, su rendimiento energético es menor a 0.1 kW y sólo en trabajos de corta duración puede alcanzar a 0.3 kW. La energía suministrada por los distintos animales que se utilizan en las labores agrícolas puede alcanzar hasta 1 kW en el caso de los caballos, 0.75 kW en el caso de los bueyes, 0.7 kW en el caso de las mulas y 0.45 kW en el caso de una vaca (Galindez y Armenio, 1981). Entre los animales de tiro, los caballos son los que desarrollan un mayor esfuerzo de tracción con relación a su peso (15 %), y durante breves periodos de tiempo pueden desarrollar una fuerza igual a la mitad de su peso. La energía suministrada por los animales representa el 85 % de la energía aplicada en la agricultura en los países en desarrollo como ocurre con nuestro país, pese a que tanto el hombre como los animales, proveen un valor muy bajo como fuentes primarias de potencia.

La mecanización agrícola toma en cuenta el empleo de medios técnicos en todos sus niveles, es decir desde la utilización de herramientas manuales hasta máquinas autopropulsadas que aligeran el trabajo humano en el desarrollo de la producción agrícola primaria, en el almacenamiento y transformación. Esto significa que la mecanización agrícola no es el reemplazo de la fuerza animal o humana por máquinas motorizadas; sino que constituye el uso de

herramientas adecuadas, según los requerimientos de los diferentes procesos agrícolas, esto implica la utilización de las diferentes fuentes de energía, generando a partir de esto, tres niveles técnicos en el uso de la maquinaria agrícola: tecnología manual, tracción animal y motorización.

La adopción y/o utilización de los diferentes niveles dependerá del acceso que tiene el productor a las fuentes de energía y las estrategias familiares de producción; en este sentido es frecuente ver combinaciones que algunos autores denominan como mecanización selectiva que implica el uso de la motorización para trabajos pesados y la tracción animal y/o el empleo de la fuerza humana en trabajos relativamente livianos.

Inventario de los Medios Técnicos De Labranza

La actividad agrícola o pecuaria no es posible sin el apoyo de herramientas e implementos agrícolas que permitan un trabajo con menor exigencia de esfuerzo para el hombre, mayor calidad de las labores y menor tiempo; los cuales en conjunto se denominan Medios Técnicos de Labranza (MTL).

En la actualidad, la actividad agrícola ha ido reemplazando muchas de las herramientas manuales por otras con diferentes fuentes de energía como la tracción animal y motriz; sin embargo, en muchos sistemas de producción el uso de las herramientas manuales está todavía vigente con las consiguientes implicancias principalmente en la productividad.

Por lo general las superficies pequeñas de producción tienen una correlación positiva con el uso de herramientas manuales y consecuentemente con una producción de baja escala, lo que se ha convertido en un problema que limita el desarrollo de estos sistemas de producción.

Un ejemplo de esta situación es la actividad agrícola que se desarrolla en el municipio de Pucarani donde la producción agropecuaria es la principal base económica de muchas familias que disponen de un conjunto de herramientas manuales que son parte de su estrategia de producción que, en combinación con otro tipo de Medios Técnicos De Labranza permiten desarrollar su actividad productiva.

En este contexto, las preguntas de investigación son: ¿cuál es el rol de estas herramientas manuales?, ¿cómo influyen en la producción? ¿cuál es la mejor forma de combinación con otras fuentes de energía? y eventualmente saber ¿cómo se podría mejorar su uso?

Herramientas manuales

Las herramientas manuales se pueden definir como instrumentos de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana (INS, 2012). Por lo general el uso de las herramientas manuales está relacionada con aquellos agricultores que poseen reducidas superficies agrícolas para trabajar y producir: “Poca superficie igual a trabajo manual” parecería ser la premisa ineludible para el pequeño agricultor.

En Bolivia, el pequeño agricultor contribuye significativamente en la producción de alimentos que sostiene la canasta alimentaria de la población urbana y por esta razón se convierte en un sector principal y estratégico que debe ser apoyada con tecnología adecuada y políticas que promuevan el mejoramiento y mayor productividad de su actividad. A continuación, se indican los resultados del sondeo realizado sobre la tenencia y uso de herramientas manuales a nivel familiar en las tres zonas de estudio, que se resumen en la Figura 1.

- En la evaluación se han identificado ocho (8) herramientas manuales y dos (2) utensilios de uso agrícola (canasta y sacaña); estos últimos son indispensables para el cultivo de la papa en la fase de cosecha, selección y transporte.

- De acuerdo a la clasificación de herramientas manuales, se observa que el 50 % de las herramientas son las que tienen bordes afilados (chontas, azadón, rastrillo), 25 % son herramientas de golpe (jaucañas, cupaña) y 25 % de corte (cuchillo, hoz y guadaña).
- La chonta y la hoz son herramientas que todas las familias poseen en las tres zonas del municipio de Pucarani. El uso de estas herramientas está claramente definido para labores de cosecha de papa y forrajes principalmente; este aspecto muestra una clara vocación productiva de las zonas (tubérculos y forraje).
- La guadaña tiene un uso similar a la hoz sin embargo su difusión es limitada, esta situación puede deberse a que la guadaña es más cara que la hoz y probablemente no se encuentre con facilidad en el mercado local. Será necesario conocer a profundidad la situación de esta herramienta pues teóricamente sería más eficiente que la hoz en las mismas labores.
- Un mayor porcentaje de las familias de las comunidades de la zona sur poseen la mayoría de las herramientas identificadas. Esta situación puede estar relacionada con la disponibilidad de recursos económicos y/o la diversidad de cultivos, ya que en esta zona se cultivan hasta cinco productos.
- Se han identificado tres herramientas tradicionales:
 - o La Jaucaña: es una herramienta fabricada de madera de eucalipto, tiene una forma arqueada en cuyo extremo tiene un mango para agarrar y el otro extremo un poco más grueso sirve para golpear; por tanto, es una herramienta utilizada en el trillado de cereales. Esta herramienta no está muy generalizada en todas las familias ya que responde principalmente a labores relacionadas con la producción de granos.
 - o La cupaña tiene una forma de un bastón en la cual se identifica un brazo largo que termina en un agarrador, y el extremo o cabeza que tiene un mayor volumen por tanto mayor peso que es la parte con la que se golpean los terrones del suelo para desagregarlos; es fabricada localmente de madera y se usa para el desterronado, labor característica de la labranza secundaria.
 - o La chontilla o chonta es una emulación de la picota, pero en tamaño pequeño, tiene dos hojas: una afilada y otra plana.
- De estas tres herramientas, la más difundida y utilizada es la chontilla debido a su versatilidad, ya que su uso va desde el deshierbe, la remoción superficial del suelo y principalmente las labores de cosecha de papa; adicionalmente su bajo peso la hace muy práctica.

Se estima que una familia posee un conjunto de herramientas manuales conformado por: 5 chontas, 1 rastrillo, 3 azadones, 2 jaucañas, 3 cupañas, 5 hoces,

1 guadaña, 1 carretilla, 5 canastas y 15 sacañas; para cuya adquisición se ha calculado una inversión promedio de 179 USD.

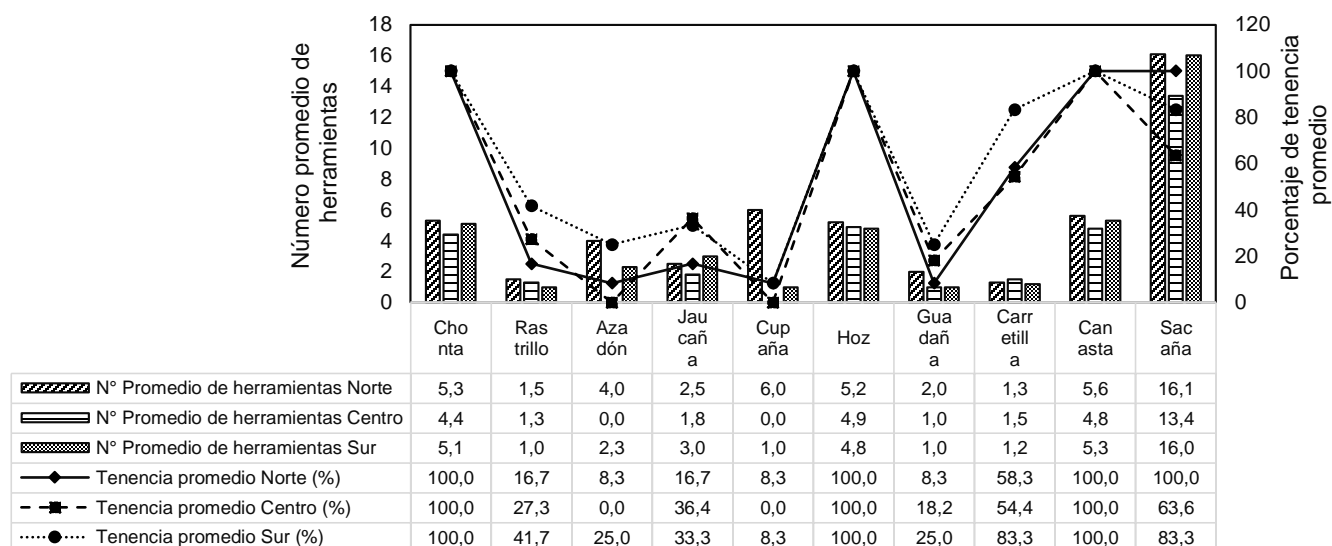


Figura 1. Tipo de herramienta y tenencia promedio por familia.

Tracción animal

Según el “Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2012” (MMAyA, 2012), en Bolivia, de una superficie cultivada de 303 201 ha con riego y 283 427 usuarios de los sistemas; solamente un 18 % emplea tracción mecánica en sus labores culturales lo que implica que un 82 % emplea tracción animal en la producción agrícola. Esta información muestra la importancia del uso de la energía animal en las actividades agrícolas; sin embargo, es necesario mencionar que en la

actualidad existe una tendencia hacia el incremento del uso del tractor principalmente en las labores más pesadas como la labranza primaria y secundaria y dejando otras labores para el uso de la tracción animal y humana.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos sobre las principales características relacionadas con el uso de la energía animal en las tres zonas del municipio de Pucarani.

Tabla 2. Características en el uso y tenencia de la tracción animal (bovinos).

Características	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur
Edad promedio de trabajo (años)	2.00	2.10	2.40
Numero de yuntas promedio por comunidad	21.50	23.50	29.10
Conformación por yuntas macho (%)	67.33	62.50	80.86
Conformación por yuntas hembra (%)	33.33	37.50	19.14
Promedio de tenencia de arado de madera por comunidad	21.50	24.00	29.00

Se contrasta esta información con la obtenida en el Censo Nacional Agropecuario 2013 (CNA, 2013) según la cual en el municipio de Pucarani se tienen los datos que se presentan en la Tabla 3. Se puede apreciar que el promedio de arados de madera obtenido en el trabajo de campo por cada zona se confirma por el dato del Censo, según el cual el número promedio por comunidad, del municipio de Pucarani alcanza a 28. Con referencia al número de

yuntas, el CNA 2013 no ofrece datos específicos al respecto pues no distingue entre animales de trabajo y animales de producción, pero se puede colegir que entre los 363 bovinos promedio por comunidad, varios de ellos son destinados a yuntas. Sin embargo, si consideramos el dato de número de arados de madera que son accionados por la tracción animal, se puede inferir que en el municipio de Pucarani se tendría aproximadamente 2 533 yuntas.

Tabla 3. Tenencia de tracción animal.

	Superficie agrícola (ha)	Tracción Animal		Bovinos	Bueyes	Caballos	Mulas
		Nº Arados de hierro	Nº Arados de madera				
Total	18 827	247	2 533	33 432	70	179	14
Promedio por Comunidad	205	3	28	363	1	2	0

Fuente: Elaboración propia en base al Censo Nacional Agropecuario (2013).

La tenencia de animales de trabajo está relacionada con la actividad ganadera de crianza de bovinos para la producción de leche; el productor que tiene un hato de ganado promedio de entre cinco a siete animales dispone de terneros, los mismos que son domesticados y entrenados a partir del año, para aceptar el yugo y realizar diferentes labores de labranza; sin embargo, esta correlación es menos frecuente debido a que el productor busca tener un hato ganadero de raza aspecto que ya no coincide con el requerimiento que se tiene para animales de tracción con características rústicas y adaptadas como es el ganado criollo. De esta manera, entre el 62 al 80 % de las yuntas está formado por animales machos, mientras que el uso de animales hembras está entre el 19 al 37 %; este aspecto tiene su implicancia en el peso y los periodos de gestación del animal (vacas) que influyen en la generación de la fuerza de tracción y por tanto en la calidad de las labores de labranza que desarrollen.

El uso de la yunta (machos o hembras) se inicia en promedio a los 20 meses de edad y se prolonga por aproximadamente dos años; este periodo corto de uso es muy significativo en el uso de la tracción animal ya que es parte de la estrategia familiar en el uso de los recursos disponibles y cuya lógica se basa en los siguientes aspectos según versión de los productores:

- i) En el caso de los machos, una de las razones del corto tiempo de uso se debe a que el animal mientras más edad tiene, mayor fuerza ejerce y se vuelve menos manejable, lo que obliga al dueño a vender la yunta e iniciar o continuar con el ciclo de la preparación de nuevas yuntas. Un aspecto particular en el proceso de preparación de los animales de tiro es que en muy pocos casos se practica el castrado del animal buscando que éste cumpla otras funciones además de generar fuerza de tracción por tanto su comercialización no siempre se la realiza como yuntas y esto posiblemente responda a la estrategia de recibir un precio más alto por los animales.
- ii) La disponibilidad de forraje y la intensidad del uso de la yunta, también son factores que influyen, ya

que el productor considera que el animal tiene un tiempo corto de trabajo y por el contrario la demanda de alimento es permanente y en ciertas épocas del año cuando el forraje escasea se tiene que priorizar la continuidad del hato lechero.

- iii) En el caso de las hembras no existe una venta, sino más bien un reemplazo por nuevos animales que en el hato que son potencialmente aptos para cumplir labores específicas de animales de tiro.

Con relación a la existencia de animales orientados a desarrollar labores de labranza, se ha podido establecer que existe una pequeña diferencia entre las tres zonas. En la zona sur se tiene un promedio de 27 yuntas por comunidad aspecto que puede deberse a que esta zona dispone de mayor oferta de forrajes y además es una zona con una mayor diversidad de cultivos, en los cuales existe una mayor demanda de labores agrícolas sobre todo en los cultivos anuales; aunque las superficies en promedio sean menores a las otras dos zonas.

El número de yuntas en una zona o comunidad es variable en el tiempo, y está condicionada por factores antes descritos. Debido a esto, determinar el número de animales de tiro es un dato referencial que está dentro de un rango de tiempo. Con los datos obtenidos en el estudio se puede inferir que la Zona Norte tendría un total de 752 yuntas, la Zona Centro 517 yuntas y la Zona Sur 873 yuntas; teniendo en todo el municipio 2 142 animales de tracción utilizados en labores agrícolas.

Tracción Motriz

De acuerdo al Informe de Gestión 2012 (MDRyT 2012), mediante Resolución Ministerial N°372/2012 de 28 de mayo del 2012 se aprueba el "Plan Nacional para la Tecnificación del Agro" cuyos objetivos son:

- i) Determinar maquinaria, equipos e implementos adecuados para los diferentes ecosistemas y sistemas productivos del país.
- ii) Establecer una propuesta para el uso de recursos ofrecidos como crédito para la adquisición de maquinaria, equipos e implementos agrícolas.

- iii) Definir los criterios mínimos requeridos para lograr el uso sostenible de la maquinaria, equipo e implemento a ser adquirido.

De acuerdo al CNA (2013), la tierra agrícola cultivada en Bolivia es de 3 790 647 ha, de las cuales 2 768 398 ha corresponden al Oriente (cultivos industriales) y 1 022 249 ha corresponden al Occidente. Con un Índice de Mecanización de 1 a 50 (IM = 1:50) según la recomendación de la FAO citado por Larqué et al. (2012), se obtiene un número de tractores igual a 75 813; si se resta la existencia de tractores contabilizados al 2013 de 36 562, la demanda insatisfecha es de 39 251. Sin embargo, el IM recomendado por la FAO no puede aplicarse mecánicamente pues se debe considerar no sólo los terrenos en pendiente, sino también la vigencia del minifundio sobre todo en el área cultivable de la zona altiplánica. Utilizando un IM de 1 a 100, el déficit actual sólo alcanza a 1 344 tractores. En este punto debe considerarse que, en el Oriente, específicamente en Santa Cruz, se concentra más del 70 % del parque de tractores.

Por lo indicado, el número de tractores en una determinada zona es un indicador importante para una adecuada planificación de las labores agrícolas. También es importante la información del estado de funcionamiento de los tractores o el grado de obsolescencia de la maquinaria, característica muy frecuente en zonas donde no se dispone con políticas efectivas de apoyo a esta tecnología. El promedio de potencia de los tractores en las tres zonas es 90 HP y las marcas más frecuentes son FIAT y Maesey Ferguson.

Zona Norte

La Zona Norte está formada por cinco cantones y 35 comunidades, la superficie total es de 74 320 ha que corresponde al 62 % de la superficie municipal. El uso

de los suelos de esta zona se concentra en los pisos: Alpino y Sub Alpino, donde las familias se dedican a la ganadería extensiva con la crianza de llamas, bovinos y ovinos debido a la presencia de praderas nativas sobre todo al norte de la zona; y una actividad agropecuaria extensiva con cultivos anuales y la crianza de ganado camélido en comunidades colindantes con la Zona Centro.

La tenencia de tierras por familia varía de 10 hasta 40 ha, en las cuales se encuentran las superficies de pastoreo y terrenos en descanso; la superficie cultivable promedio es de 7.9 ha y la cultivada es de 2.62 ha, cubriendo el 33 % de la superficie disponible. Los cultivos principales son papa (*Solanum tuberosum*) con una superficie promedio por familia de 1.04 ha, cebada (*Hordeum vulgare*) con 0.96 ha y quinua (*Chenopodium quinoa*) con 0.60 ha; siendo que el 100 % de las familias cultivan papa, el 17 % cebada y el 36 % quinua.

Como se puede ver en la Tabla 4, el número de tractores promedio por comunidad es de 2.8; los cuales están equipados con implementos para labranza primaria como los arados de vertedera de 3 y 4 cuerpos, siendo los primeros los más frecuentes en la zona. En segundo lugar, están las rastras y le siguen implementos como la surcadora utilizada en la siembra de papa y la segadora usada para la cosecha de forrajes.

Las familias que son dueñas de un tractor realizan servicios para familiares y vecinos, pero también existen otras familias que realizan un trabajo específico de alquiler con los tractores para diferentes familias incluso otras comunidades; en este sentido en una comunidad pueden entrar tractores de otras zonas. Para el caso de la Zona Norte se ha establecido que existe un promedio de tractores de 1.9 que vienen de otras comunidades para realizar labores de labranza primaria y secundaria.

Tabla 4. Número de tractores e implementos agrícolas, en comunidades de la Zona Norte.

Implementos	Maquinaria existente en la comunidad			Maquinaria que viene a la comunidad		
	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal
Arados AV3C		1.1	53.60		1.3	48.0
Arados AV4C		3.0	3.60		0.0	0.0
Segadora	2.8	1.0	3.60	1.9	0.0	0.0
Rastra de disco		1.1	35.70		1.1	52.0
Surcadora		1.0	3.60		0.0	0.0

AV3C = arado vertedera de tres cuerpos; AV4C = arado vertedera de cuatro cuerpos.

Zona Centro

La Zona Centro está formada por tres cantones y 22 comunidades asentadas sobre una superficie de 23 143 ha que corresponde al 19.2 % del total de la superficie municipal. El área se caracteriza por estar en un Piso Montano y las poblaciones (Iquiaca Arriba, Baja, Huanocollo, Sehuenca, etc.) han ocupado áreas aledañas a los ríos Sehuenca, Kopohuta, Challani; o en abrigos naturales de serranías y colinas bajas (Cota Cota, Pucarani, Siviruyo, etc.), con una gran dispersión de las viviendas y un elevado grado de parcelamiento de tierras.

El uso del suelo de la Zona Centro se caracteriza por la ganadería semi intensiva y la agropecuaria intensiva y estacional dispersa, y su utilización busca garantizar la alimentación del ganado con cultivos forrajeros (alfalfa, cebada, avena, otros.).

El promedio de tenencia de tierra en esta zona es de 4 a 10 ha por familia, debido a que gran parte de las familias se encuentra concentrada cerca de la localidad de Pucarani y por su vinculación caminera. La superficie promedio cultivable de la zona es de 4.80 ha

de las cuales se cultiva 3.23 ha cubriendo el 67 % de la superficie disponible. Los cultivos principales son la papa, con una superficie promedio por familia de 0.7 ha, la cebada con 1.01 ha, la quinua con 0.83 ha y la alfalfa (*Medicago sativa*) con 0.84 ha; siendo que el 100 % de las familias cultiva papa, el 83 % cultiva cebada, el 36 % quinua y el 48 % alfalfa.

El promedio de tractores que existe por comunidad es de 2.1 igual número de tractores ingresa a las comunidades por servicio de alquiler. Esta zona muestra una mayor intensidad en la actividad agropecuaria, donde la crianza de ganado bovino es prioritaria, lo que implica el manejo de cultivos forrajeros perenes y anuales y la actividad agrícola es más reducida lo que de alguna manera explica el número promedio de tractores por comunidad.

Con relación a los implementos, se puede ver en la Tabla 5 que éstos principalmente se utilizan en la labranza primaria y secundaria; y se incorpora además otra maquinaria que es la bomba de agua cuyo uso está relacionado con la aplicación de riego a cultivos forrajeros, aspecto que se correlaciona con la actividad caracterizada en párrafo anterior.

Tabla 5. Número de tractores e implementos agrícolas, en comunidades de la Zona Centro,

Implementos	Maquinaria existente en la comunidad			Maquinaria que viene a la comunidad		
	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal
Arados AV4C		1.5	85.7		1	75
Bomba de Agua	2.1	1	7.1	2.1	0	0
Rastra		1	7.1		1	25

Zona Sur

El asentamiento de la población de la Zona Sur sigue la trayectoria de la carretera Tambillo-Taraco, las 30 comunidades que la conforman han ocupado espacios aledaños a la carretera para la formación de los pueblos localizándose en lugares donde exista alguna elevación o en su defecto en el pie de algunos cerros. Esta característica evita posibles inundaciones en época de lluvias y los pisos ecológicos presentes son: Piso Montano con influencia lacustre local.

El uso de los suelos se caracteriza por la actividad agropecuaria intensiva muy dispersa que se presenta

en las serranías bajas de la Zona Sur hasta llegar a orillas del lago Titicaca donde se aprovechan los recursos ictícolas a través de la pesca y los totorales (*Schoenoplectus* sp.) usados como forraje.

En los datos que se presentan en la Tabla 6, se puede observar que la zona presenta un promedio de 2.7 tractores por comunidad y un ingreso promedio de 1.6 tractores de otras comunidades. Los implementos de uso más frecuente en la zona son los arados de vertedera de tres cuerpos, la rastra excéntrica de discos y en menor proporción las moto-fumigadoras.

Tabla 6. Número de tractores, equipo e implementos agrícolas, en comunidades de la Zona Sur.

Implementos	Maquinaria existente en la comunidad			Maquinaria que viene a la comunidad		
	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal	Nº de tractores promedio por comunidad	Cantidad promedio de implementos	Porcentaje de uso nivel zonal
Arado AV3C		1	56.3		1	72.7
Rastra		1	37.5		1	18.2
Fumigadora	2.7	1	3.1	1.6	0	0.0
Segadora		1	3.1		0	0.0
Bomba de Agua		0	0.0		1	9.1

La tenencia de este tipo de maquinaria está muy relacionada con las principales actividades y responde a las necesidades de los productores quienes tienen entre 4 a 12 ha de terreno, de las cuales la superficie cultivable promedio por familia es de 5.9 ha y la superficie cultivada es 3.84 ha haciendo uso del 65 % de la superficie disponible. En cuanto a los cultivos, se ha podido establecer que el 100 % de las familias cultivan papa en una superficie promedio de 1.26 ha, el 83 % de las familias cultiva cebada en una superficie de 1.6 ha, el 42 % cultiva quinua en una superficie de 0.58 ha, el 25 % cultiva alfalfa en una superficie de 0.91 ha y finalmente el 17 % de las familias cultiva haba en una superficie promedio de 0.25 ha. Con la información obtenida en base a encuestas se ha podido establecer que en la Zona Norte existen 98 tractores; en la Zona Centro, 46 tractores y en la Zona Sur, 81 tractores; totalizando 225 tractores en todo el municipio; que en

la actualidad están trabajando, prestando servicios para el propietario y a través de alquiler a otros productores.

Para contrastar estos datos, en la Tabla 7 se presentan los resultados del CNA (2013), cuya información sobre el número total de tractores en el municipio de Pucarani asciende a 96. Es notable la diferencia entre ambos datos y es muy posible asumir que cuando se realizan levantamientos de información oficiales como el censo existe un sesgo a la baja en todo lo que se relaciona con ingresos o con propiedad, al dudar los encuestados sobre el propósito de las preguntas que pueden pensarse relacionadas con la imposición de tributos u otras obligaciones fiscales. En la siguiente Tabla 7 también se presentan datos de otros equipos: de fumigación, segadora, arados de tracción animal y mecánica, rastras y sembradoras de todo tipo.

Tabla 7. Número de tractores, equipo e implementos agrícolas.

	Tractor	Equipo de fumigación	Segadora o cortadora	Arado de hierro tracción animal	Arado de madera tracción animal	Arado de todo tipo tracción mecánica	Rastras	Sembradora de todo tipo
Total	96	2 433	2 461	247	2 533	89	70	26
Promedio por Comunidad	1.04	26.45	26.75	2.68	27.53	0.97	0.76	0.28

Fuente: Elaboración propia en base al Censo Nacional Agropecuario (2013).

Usando la información disponible tanto de la investigación como del INE, se puede estimar el Índice de Mecanización con los siguientes resultados. En el primer caso se tendría un IM para el municipio de Pucarani de 1:84 mostrando una presencia de equipo agrícola bastante buena, considerando que el promedio para América Latina se sitúa entre 1:150 y 1:200. Por otro lado, tomando los datos del INE, el IM alcanza a 1:196, que estaría en el rango mencionado. La diferencia obtenida entre estos datos es amplia y se debe a la información con la que se cuenta, lo que demuestra la importancia de ir corroborando los datos procedentes de investigaciones con estudios de tipo censal.

Fuentes de energía utilizadas en principales cultivos

Uso de herramientas manuales en la agricultura

La mano de obra de los pequeños productores se caracteriza por:

- Ser escasa, poco especializada y al mismo tiempo subempleada, debido a la migración de personas jóvenes, salarios bajos, la estacionalidad de los cultivos practicados.
- Ser de baja productividad por diferentes razones, entre ellas el tipo de tecnología utilizada.

Las actividades agrícolas en el municipio de Pucarani están basadas en el uso de la mano de obra familiar y eventualmente la contratación de jornaleros; de esta manera labores como la cosecha son realizadas enteramente con apoyo de herramientas manuales como la hoz y la chontilla.

La disponibilidad de la mano de obra y la eficiencia de las herramientas manuales son factores que determinan la productividad de la mano de obra; del mismo modo el manejo adecuado de los cultivos, el requerimiento de energía y los costos de producción. Un primer acercamiento a esta temática es conocer el

tiempo de uso, tipo de herramientas e identificar las labores en las cuales se utilizan; como se muestra en la Tabla 8. Así mismo, se presenta el tiempo de uso de cada herramienta según la actividad y el tipo de cultivo; también se hace referencia a los utensilios de apoyo a la actividad agrícola que son muy importantes ya que prestan un servicio fundamental, tal es el caso de las canastas usadas en el recojo de la papa, las bolsas y las sacañas cuyo uso es muy diversificado. Las herramientas de más uso son la chontilla y la hoz, la primera es usada en labores culturales y de cosecha de papa y la hoz en el segado de cebada, avena o alfalfa.

Tabla 8. Uso de herramientas manuales por actividad y tipo de cultivo.

Herramienta	Actividad	Cultivo	Uso promedio de cada herramienta (horas)	Uso anual promedio de cada herramienta (horas)
Chontilla	Cosecha	Papa	40.69	76.00
		Oca	35.00	
Canasta	Cosecha	Papa	46.49	46.00
		Cebada	41.25	
Yutes / Bolsas	Cosecha	Papa	40.00	116.25
		Papa	30.00	
Hoz	Segado	Selección	5.00	155.19
		Traslado	21.25	
		Cebada	73.94	
		Alfalfa	60.00	
Mantel / Sacaña	Traslado	Avena	5.00	73.00
		Cebada	68.00	
Carretilla	Traslado	Cebada	5.00	53.00
		Papa	33.00	
		Avena	15.00	
Rastrillo	Cosecha	Alfalfa	15.00	15.00
Soga	Traslado	Avena	15.00	15.00
Guadaña	Corte	Alfalfa	25.00	25.00
Total año				574.44
Porcentaje de uso de la fuerza manual respecto al total de horas de uso de las distintas fuentes de energía (1 574.26 h), en las diferentes labores agrícolas.				36.00

En acápite anteriores se ha establecido la tenencia de herramientas manuales por familia; se ha podido ver que el acceso a estos medios no representa una dificultad ya que cada familia tiene un juego de herramientas de acuerdo a los cultivos que realiza y el tamaño de las parcelas.

Durante la investigación se han identificado herramientas tradicionales como la Liukana, Uysu de siembra y Uysu de labranza, aunque sólo en algunas familias; esto muestra que estas herramientas y su conocimiento se están perdiendo en esta zona, las mismas que se presentan en la Figura 2.



Figura 2. Herramientas manuales; uso y características técnicas.

Uso de la tracción animal en labores agrícolas

El uso de tracción animal resulta en un incremento sustancial en la productividad de la mano de obra, principalmente porque permite aumentar la superficie por trabajador. Este incremento en la productividad es mayor cuando la tracción animal se combina con una tecnología mejorada que permite un uso intenso de la tierra (Zandstra, 1985 citado por Camacho et al., 1998).

En la zona interandina de Bolivia, 70 a 80 % de la energía utilizada en las labores agrícolas proviene de animales de trabajo; más concretamente del uso de los bovinos (bueyes en los valles, toros y vacas en el altiplano), en cambio los equinos han sido usados tradicionalmente sólo para el transporte de carga (Antezana y Zambrana, 1999).

Actualmente en algunas regiones de Bolivia, el uso de la tracción animal ha disminuido debido a la incorporación del tractor principalmente en labores de la branza primaria y secundaria, tal es el caso de varios municipios del Altiplano Norte y Centro del departamento de La Paz. No se dispone de mucha información sobre trabajos que reporten el tiempo de uso de la tracción animal en estas regiones, pero lo que

sí se conoce es que la tracción animal (Figura 3) ha sido reemplazada por el tractor en las dos labores de preparación de suelos y la poca disponibilidad de yuntas en la zona.



Figura 3. Uso de tracción animal.

La Tabla 9 muestra los resultados del tiempo de uso promedio de la tracción animal que realiza una familia en diferentes labores y tipos de cultivo, tomando el área de cultivo promedio mencionado en acápite anteriores, que cada familia trabaja anualmente.

El uso de la yunta de bueyes es un recurso familiar que se incorpora al trabajo agrícola en base a un plan de cultivos anuales; es poco frecuente su alquiler y más en trabajos de ayuda recíproca como el ayni entre parientes y vecinos; aspecto que no ha sido tomado en cuenta en la determinación del uso anual que podría significar un uso de un poco más de las 152.50 horas de trabajo.

Tabla 9. Uso anual de la yunta a nivel familiar, labor agrícola y cultivo.

Implemento y fuente de tracción	Actividad	Cultivo	Uso promedio (horas)
Arado de palo (tradicional) y yunta de bueyes	Aporque	Papa	6.50
	Labranza primaria	Papa	33.00
		Quinua	5.00
	Cosecha	Papa	19.00
		Cebada	30.00
	Siembra	Papa	12.00
		Alfalfa	15.00
		Avena	22.00
		Quinua	5.00
		Haba	5.00
Total año			152.50
Porcentaje de uso de la fuerza animal respecto al total de horas de uso de las distintas fuentes de energía (1 574.26 h), en las diferentes labores agrícolas.			10.00

Las labores de siembra ocupan el 58 % del tiempo del uso de la yunta, siendo el de mayor importancia los cultivos forrajeros y en segundo lugar el cultivo de la papa confirmando de esta manera la vocación productiva de la zona.

En términos de labores por cultivo, la papa demanda un 46 % del tiempo en trabajos de labranza primaria, aporque y cosecha; mientras que, en cultivos forrajeros, el uso se concentra en labores de siembra con un 44 % del tiempo total y el saldo corresponde a otros cultivos.

Uso de la tracción motriz

La utilización de tractores u otras máquinas en la agricultura, pertenece a un concepto genérico como tracción motriz o energía motriz por la fuente de energía que acciona este tipo de maquinarias. De acuerdo a algunos autores, el uso de tractores puede denominarse como un proceso de "tractorización", lo que no necesariamente significa un proceso de mecanización del agro.

En los últimos 20 años el Altiplano Norte de La Paz ha recibido la influencia de diferentes proyectos y programas que han delineando ciertos patrones de

producción, en algunos casos líneas de especialización como la actividad ganadera de leche. Esta influencia ha marcado cambios en el uso de semillas, riego, agroquímicos y también la incorporación del uso del tractor como energía principal para la preparación de suelos. La compra de tractores o el acceso a ellos ha sido realizada por determinadas familias que encontraron precios accesibles (por lo general tractores usados) o tenían la oportunidad de participar en algún programa de otorgación de créditos o dotación de maquinaria en condiciones ventajosas; de esta manera año tras año se incrementó la presencia y uso de tractores en las diferentes comunidades.

El tractor trae importantes beneficios al productor, pero también plantea algunas dificultades y limitantes que es importante conocerlas al momento de considerar la pertinencia de implementar la incorporación de esta maquinaria en las actividades agrícolas.

En la investigación se ha buscado caracterizar el uso de los tractores en el municipio de Pucarani a través de información proporcionada por productores propietarios de tractores y otro tipo de propietario que realizan un servicio más generalizado. Los siguientes elementos son los que caracterizan al uso de tractores en el municipio de Pucarani:

- La potencia promedio de los tractores que operan en el municipio de Pucarani es de 120 HP (Figura 4). Existe una mayor presencia de tractores marca Fiat doble tracción; son de segunda mano y su precio promedio es de 21 000 USD, comprados en las zonas de Eucaliptus, Batallas y el Alto.
- En relación a los implementos, los tractores cuentan con arados de vertedera de dos a tres cuerpos, rastra excéntrica de 28 discos, o una surcadora de tres a cuatro cuerpos.
- El promedio de comunidades que es atendido por un tractor es de tres comunidades, y existen otros que pueden atender hasta seis comunidades e incluso ofrecen sus servicios en otros municipios.
- El tiempo promedio para labranza primaria y secundaria es de 7 h ha⁻¹, la siembra con 4 h ha⁻¹. El costo por hectárea en labranza primaria es de 112.5 USD ha⁻¹, la labranza secundaria 94.8 USD ha⁻¹, y la siembra 76 USD ha⁻¹.
- Se estima que el tractor gasta en promedio 60 L día⁻¹ de trabajo, considerando 5.6 h día⁻¹; tiene un gasto de combustible de 10.7 L h⁻¹ en labores de labranza primaria y de 8.9 L h⁻¹ en labores de labranza secundaria.

- Los tractoristas estiman un promedio de 95.5 USD por año, en gastos de mantenimiento y reparación.
- En relación con la pregunta de si es conveniente trabajar con el servicio de un tractor, los productores indican que sí les conviene, aunque manifiestan que en algunos lugares existe mucha demanda o no necesariamente está disponible el tractor para el día indicado.



Figura 4. Tractor FIAT con arado de vertedera (característico en el municipio de Pucarani).

Como se puede observar en la Tabla 10, los servicios que prestan los tractoristas están distribuidos a lo largo de todo el año con excepción de los meses de enero y febrero donde existe ninguna o poca actividad. Las

labores agrícolas se concentran en los meses de marzo a junio y de octubre a diciembre con un total de 132 días de trabajo por año en promedio, lo que corresponde a un uso anual del tractor de 847.32 horas. Estos datos pueden ser considerados relativamente altos tomando en cuenta que en algunas zonas existe bastante competencia en la oferta de tractores y los predios familiares son pequeños. De acuerdo al calendario de uso del tractor, se puede ver que en algunos meses se trabajan hasta en dos labores diferenciando como actividad principal aquella que tiene mayor número de horas de trabajo.

Las labores de labranza primaria y secundaria concentran el mayor tiempo de trabajo y valores menores en siembra; esto muestra que el uso del tractor se centra en pocas labores dejando otras al uso de diferentes fuentes de energía; aspecto que influye en las posibilidades que tiene el tractor generando una subutilización situación que influye en los costos operativos. Sin embargo, este aspecto no ha sido específicamente estudiado y a luz de estos datos será necesario analizar la estrategia familiar que está detrás de esta forma de uso y conocer sus implicancias que actualmente sostienen la presencia de tractores en la zona.

Tabla 10. Calendario agrícola y uso anual del tractor en el municipio de Pucarani.

Mes	Actividad principal	Actividad complementaria	Promedio días trabajados por mes	Promedio de horas por día	Número de horas por mes
Enero	Sin actividad	Sin actividad	0	0.00	0.00
Febrero	Labranza primaria	-	6	4.00	24.00
Marzo	Labranza primaria	-	19	7.40	140.60
Abril	Labranza primaria	Labranza secundaria	13	7.50	97.50
Mayo	Labranza primaria	-	10	5.25	52.50
Junio	Labranza primaria	Labranza secundaria	14	5.83	81.62
Julio	Labranza secundaria	Labranza primaria	10	5.40	54.00
Agosto	Labranza secundaria	Labranza primaria	8	4.80	38.40
Septiembre	Labranza secundaria	-	10	6.33	63.30
Octubre	Labranza secundaria	Siembra	14	7.00	98.00
Noviembre	Siembra	Labranza secundaria	14	7.50	105.00
Diciembre	Labranza secundaria	-	14	6.60	92.40
Total año			132		847.32
Porcentaje de uso de la fuerza animal respecto al total de horas de uso de las distintas fuentes de energía (1 574.26 h), en las diferentes labores agrícolas.					54.00

CONCLUSIONES

El presente trabajo si bien muestra un conjunto de datos importantes para la planificación de la mecanización agrícola, es también un aporte importante desde el punto de vista metodológico ya que plantea los mecanismos que deben desarrollarse en diferentes municipios para conocer la situación actual del uso, tenencia y fuentes de energía para la agricultura.

Se ha podido establecer que las familias poseen ocho tipos de herramientas básicas (50 % son herramientas de corte) de las cuales las más utilizadas son la chontilla y la hoz que responden a la vocación de cultivo de la zona pues ambas son utilizadas principalmente en labores de cosecha de papa y forrajes. No existe mucha diferencia en el número de herramientas entre las familias de las tres zonas

estudiadas y se estima un promedio de inversión de aproximadamente 178 USD por todo el conjunto de herramientas manuales.

La tenencia de yunta de bueyes es muy variable ya que existe una fuerte dinámica de venta de animales según el tiempo de trabajo; sin embargo, se estima que por comunidad existe un promedio de 23 yuntas totalizando un aproximado de 2143 yuntas en todo el municipio. Resultado que es bastante cercano a la información proporcionada por el INE que si bien no muestra un dato exacto sobre el número de yuntas, sí proporciona el dato de número de arados de madera que alcanza a 2 533, lo que permite inferir que correspondería a un número equivalente de yuntas.

La existencia de tractores en el municipio muestra que en la zona norte y sur se tiene un promedio de 2.7 tractores por comunidad mientras que en la zona central 2.1 por comunidad; totalizando un estimado de 234 tractores en todo el municipio. La información del INE muestra, sin embargo, un número de 96 tractores para todo el municipio de Pucarani, lo que puede deberse al sesgo a la baja que se produce ante preguntas sobre ingreso y propiedad, frente el temor de aplicación de impuestos, etc.

Los servicios que prestan los tractoristas están distribuidos durante todo el año con excepción de los meses de enero y febrero cuando prácticamente no realizan ninguna o muy poca actividad; los trabajos se concentran en los meses de marzo a junio y de octubre a diciembre con un total de 132 días por año en promedio, que corresponde a un uso anual del tractor de 847.32 horas; datos que pueden ser considerados relativamente altos tomando en cuenta que en algunas zonas existe bastante competencia y los predios familiares son pequeños.

Con los datos del uso anual de las tres fuentes de energía analizadas, se puede estimar que el uso de la energía humana asciende a 36 %, el uso de la energía animal a 10 % y el uso de la energía motriz, cada vez más importante en el área de estudio, asciende a 54 %. El uso de estas tres fuentes de energía se dan a partir de una estrategia familiar que cubre los requerimientos inmediatos pero que no permite prever la proyección hacia un mejoramiento planificado hacia un mayor rendimiento o mayor productividad; lo que debería ser producto de una adecuada combinación de estas

fuentes de energía que implicaría un adecuado proceso de mecanización incorporado a la agricultura.

BIBLIOGRAFIA

- Antezana, C; Zambrana, L. 1999. Logros del proyecto de mejoramiento de tracción animal 1997-2000 Proyecto de Mejoramiento de Tracción Animal, Cochabamba, Bolivia.
- Camacho, R; Turrent, A; Cortés, JI; Díaz, H. 1998. Uso y productividad de la mano de obra en unidades familiares de producción del trópico húmedo de México, con productores participantes y no participantes en el desarrollo y adaptación de innovaciones tecnológicas (en línea). *Tierra Latinoamericana* 16(4):337-349. Consultado 16 feb. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316407.pdf>
- CNA. 2013. Censo Nacional Agropecuario 2013, Instituto Nacional de Estadística, La Paz, Bolivia.
- Galíndez, O; Armenio, F. 1981. Diagnóstico de los implementos agrícolas tradicionales, Modificaciones y nuevos diseños en el arado de palo en el Valle de Mantaro. Tesis de Grado, Lima, Perú. Universidad La Molina.
- INS (Instituto Nacional de Seguros). 2012. Uso de herramientas manuales en la agricultura (en línea). Consultado 16 abr. 2021. Disponible en https://www.ins-cr.com/media/2734/1007790_folletousodeherramientasenagricultura_web.pdf
- Larqué, SBS; Cortés, EL; Sánchez, HMÁ; Ayala, GAV; Sangerman-Jarquín, D. 2012. Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4(8):825-837.
- MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). 2012; Informe de gestión 2012; Dirección de Planificación del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz, Bolivia.
- MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua). 2012. Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2012. Vice Ministerio de Recursos Hídricos y Riego (Primera edición). Cochabamba, Bolivia.

Artículo recibido en: 22 de julio 2021

Aceptado en: 10 de noviembre 2021