

## FUENTES DE ENERGÍA, MODELOS DE USO Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA Y CEBADA, PUCARANI

### Energy sources, patterns of use and their influence on potato and barley production costs, Pucarani

René Terán Céspedes<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Los productores agrícolas, principalmente pequeños, desarrollan diferentes estrategias, las que responden a una realidad específica, a las condiciones de su medio y al acceso a recursos tecnológicos. Estos recursos se refieren a los Medios Técnicos de Labranza (MTL) o conjunto de medios mecánicos o manuales que utilizan los productores para facilitar las labores productivas. Asimismo, es importante conocer las fuentes de energía más usadas, su rendimiento y estrategias de uso; para dimensionar y planificar los procesos de mecanización agrícola sobre todo para el pequeño productor. Esta investigación analiza la combinación particular entre las fuentes de energía motriz, animal y humana, a través de la selección de diferentes MTL en los cultivos de papa y cebada en tres regiones de Pucarani. Los resultados muestran que cada zona tiene un comportamiento particular, sin embargo, el promedio muestra que la capacidad efectiva en labores de labranza primaria es baja:  $4 \text{ h ha}^{-1}$ , aspecto que incide en los costos de operación que como promedio están en  $80 \text{ Bs h}^{-1}$ . En el cultivo de papa se observa que requiere mayor apoyo mecánico lo que se soluciona recurriendo a la energía humana y animal, ante la ausencia de implementos que puedan ser operados por el tractor. Así también se observa la influencia de los MTL sobre los costos de producción, pues disponiendo de aperos de labranza para diferentes labores culturales es posible hacer más rentable la producción; pero el acceso de las familias a los MTL es reducido, lo que obliga a establecer estrategias familiares que, si bien dan continuidad a las actividades agrícolas, no dejan de generar dificultades económicas y de uso eficiente de la energía disponible.

**Palabras clave:** energía, mecanización agrícola, agricultura familiar, labranza.

#### ABSTRACT

Agricultural producers, mainly small farmers, develop different strategies, which respond to a specific reality, to the conditions of their environment and to their access to technological resources. These resources refer to the Technical Means of Tillage (MTL) or set of mechanical or manual means used by producers to facilitate productive tasks. Likewise, it is important to know the most used energy sources, their performance and strategies of use; in order to dimension and plan the agricultural mechanization processes, especially for the small producer. This research analyzes the particular combination between motive, animal and human energy sources, through the selection of different LWM in potato and barley crops in three regions of Pucarani. The results show that each zone has a particular behavior, however, the average shows that the effective capacity in primary tillage is low:  $4 \text{ h ha}^{-1}$ , an aspect that affects the operating costs, which average  $80 \text{ Bs h}^{-1}$ . The potato crop requires more mechanical support, which is solved by resorting to human and animal power, in the absence of implements that can be operated by the tractor. The influence of the LWMs on production costs is also observed, since the availability of tillage implements for different cultural tasks makes it possible to make production more profitable; but the families' access to the LWMs is reduced, which forces them to establish family strategies that, although they give continuity to agricultural activities, do not stop generating economic difficulties and efficient use of the available energy.

**Keywords:** energy, agricultural mechanization, family farming, tillage.

<sup>1</sup>✉ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2757-523X>. [rteran@umsa.bo](mailto:rteran@umsa.bo).

## INTRODUCCIÓN

En la actividad agropecuaria se combinan factores socioeconómicos y biofísicos que generan procesos que adecuadamente seleccionados y relacionados, dan como resultado la producción de un bien o servicio. El productor agrícola intuitivamente conoce estos factores y sabe que muchos de ellos no siempre están sujetos a su control, o simplemente las condiciones en las que produce no le permite acceder a ellos. En esta situación las familias desarrollan diferentes estrategias, las mismas responden a una realidad específica, a las condiciones del medio y al acceso al uso de recursos tecnológicos.

Las “estrategias familiares de vida” se refieren a aquellos comportamientos de los agentes sociales de una sociedad dada, que estando condicionados por su posición social se relacionan con la constitución y mantenimiento de sus unidades familiares en el seno de las cuales pueden asegurar su reproducción biológica, preservar la vida y desarrollar todas aquellas prácticas económicas y no económicas, indispensables para la optimización de las condiciones materiales y no materiales de existencia de la unidad y de cada uno de los miembros (Torrado, 1988 citado por Allub y Guzmán, 2000).

Las estrategias familiares y comunales son el resultado de un proceso largo de prueba - error y su conocimiento y análisis permite identificar las potencialidades y limitaciones que tiene un sistema de producción; ya que a partir de esto es posible incidir en aquellos aspectos que requieren ser mejorados o en su caso profundizar determinados procesos.

El uso de los Medios Técnicos de Labranza (MTL), aplicados a un determinado cultivo, son parte de las estrategias que desarrollan las familias sobre todo si consideramos las características de los sistemas de producción que se desarrollan en regiones como el Altiplano Norte del departamento de La Paz, donde los procesos de mecanización de las actividades agrícolas han respondido al trabajo de iniciativas familiares, con poco apoyo institucional y escasas políticas orientadas a esta temática.

En este marco se ha realizado un sondeo con familias productoras de las tres zonas del municipio de Pucarani para conocer las estrategias usadas en relación con el manejo y acceso a diferentes fuentes de energía aplicadas a máquinas agrícolas y utilizadas en dos principales cultivos de la región: la papa y la cebada.

## 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 (Bolivia), geográficamente esta 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. 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 de la zona y se trabajó con más del 30 % de las comunidades de cada zona.

### 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 a los medios técnicos de labranza utilizados. Por otro lado, la investigación presenta un enfoque holístico bajo el cual, la globalidad está dada por la unión sintagmática de los diversos paradigmas (cuantitativo-cuantitativo), donde “el todo es más que la suma de las partes” y lo que fue un paradigma aislado sólo puede ser enteramente comprendido bajo una nueva dimensión, desde globalidades cada vez mayores. Para la recolección de la información se utilizaron las técnicas de la observación y la entrevista, aplicadas a las familias, informantes clave y tractoristas, de acuerdo a las variables descritas en la [Tabla 1](#).

Tabla 1. Variables de investigación.

Variables sociales	Inventory Medios Técnicos de Labranza	Uso Medios Técnicos de Labranza
- Número total de integrantes de la familia.	- Identificar todos los Medios Técnicos de Labranza (MTL) en función al tipo de energía empleado (humana, animal y/o motriz)	- Uso de implementos agrícolas de energía humana, animal y motriz: o En qué meses del año o Cuántas veces o Labor que se realiza
- Número de integrantes de la familia que viven en la comunidad.	- Cuantificar el número total de MTL con que cuentan las familias y a los que tienen acceso.	- Niveles de mecanización: o Número de tractores o Número de implementos agrícolas o Número de hectáreas cultivadas o Número de hectáreas mecanizadas o Total de área disponible
- Superficie total del predio de la familia.	- Uso de energía animal y energía motriz: o Propiedad de MTL o Servicios de alquiler o Costos de operación por Ha. 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).	- Sobre los Tractores o Número de tractores o Tractores por hectárea o Potencia media/tractor o Potencia disponible/hectárea
- Superficie que destina a cada cultivo que tenga la familia.		- Índice de mecanización en base a las fuentes de energía disponibles y utilizadas
- Si contrata o no jornalero y para qué tipo de labores		

Fuente: Terán (2021).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cultivo de la papa

El 100 % de los productores del municipio de Pucarani cultiva este tubérculo como base fundamental para la alimentación de la familia y como generador de recursos económicos. Con un rendimiento promedio de 128 qq ha<sup>-1</sup>, algunas zonas son buenas productoras. Entre las comunidades más representativas tenemos: Chojasivi, Lacaya, sector Iquiaca, Chuñavi, Churiaqui, las cuales alcanzan rendimientos mayores a los 150 qq ha<sup>-1</sup> en relación con otras comunidades; aunque su rendimiento está por debajo del promedio departamental (PDM, 2007).

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene un promedio de 0.87 ha de cultivo de papa por familia y un rendimiento de 63 qq ha<sup>-1</sup>, correspondiendo este valor a la gestión agrícola 2012-2013.

Dentro de la rotación de cultivos, la papa es el primer cultivo lo cual implica un laboreo más exigente del suelo ya que en muchos casos las parcelas utilizadas tienen un periodo de descanso. La Tabla 2 muestra las labores que se realizan en torno al cultivo de la papa, el tipo de tracción utilizada y las características de cada uno de estos en términos de tiempo requerido por hectárea, el costo por hora y la frecuencia de uso de la estrategia de mecanización por las familias.

Tabla 2. Uso de Medios Técnicos de Labranza en el cultivo de la papa en tres zonas del municipio de Pucarani.

Tipo de Labor	Fuente de energía	Indicadores	Zonas			Promedio
			Norte	Centro	Sur	
Labranza primaria	Tracción motriz	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	4.39	4.40	3.80	4.20
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> ) (*)	90.42	53.00	98.70	80.71
		Uso (%)	100.00	100.00	90.10	96.70
Labranza secundaria	Tracción motriz	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	3.17	5.00	3.60	3.92
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	73.33	40.40	87.80	67.18
		Uso (%)	25.00	50.00	45.40	40.13
Siembra	Tracción motriz	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	2.34	4.00	3.40	3.25
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	110.42	37.50	52.90	66.94
		Uso (%)	47.00	20.00	27.30	31.43
	Tracción animal	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	4.04	27.50	6.00	12.51
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	63.75	8.80	20.40	30.98
		Uso (%)	53.00	80.00	72.70	68.57
Deshierbe	Tracción humana	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )		80.00		80.00
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )		12.50		12.50
		Uso (%)		20.00		20.00

Aporque	Tracción motriz	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	3.29	1.70	2.50
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	77.07	70.00	73.54
		Uso (%)	25.00	18.20	21.6
	Tracción animal	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	5.88	7.80	6.50
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	51.33	14.20	18.90
		Uso (%)	75.00	80.00	81.80
Cosecha	Tracción humana	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	38.64	110.20	22.70
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	22.76	3.00	9.50
		Uso (%)	100.00	100.00	100.00
Traslado	Tracción humana	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )	16.01	30.40	17.50
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )	23.01	4.10	8.60
		Uso (%)	100.00	100.00	45.40
	Tracción motriz	Cap. efectiva (h ha <sup>-1</sup> )			6.00
		Costo (Bs h <sup>-1</sup> )			17.40
		Uso (%)			45.40

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas. \* La tasa de cambio es 6.97Bs/1\$us.

Los resultados obtenidos de capacidad efectiva de las máquinas y los costos de las diferentes labores agrícolas han sido obtenidos a partir de un sondeo con los productores quienes directamente realizan estas operaciones y tienen un conocimiento de tiempos y precios; sin embargo, se debe considerar que estos datos son referenciales y aproximados y en esa perspectiva deben ser considerados.

Al respecto se puede realizar las siguientes consideraciones:

- La labranza primaria, que es la labor más pesada, está siendo realizada con tractor agrícola y arado de vertedera de 3 o 4 cuerpos y es utilizada por el 100.00 % de las familias; esto significa que la tenencia de tractores o los servicios de ellos son accesibles ya que el promedio del costo por hora es de Bs 80.71.
- La labranza secundaria realizada con tractor y rastra de disco es una labor practicada por menos del 50.00 % de las familias, no existiendo otra fuente de energía alternativa para esta labor, lo cual significa que más del 50.00 % de los productores no realiza esta labor; posiblemente la razón para esta decisión sea el costo por hora, que en promedio es de casi Bs 70.00 y que técnicamente tiene su influencia en el proceso productivo.
- Con relación a la siembra, se ha podido establecer el uso alternativo de la energía motriz y animal con una predominancia de esta última. Los datos obtenidos en tiempo de trabajo por hectárea para la tracción animal no son muy coincidentes; este aspecto puede deberse a las características del uso de la yunta, la misma que están formada por bovinos hembra y bovinos macho, con características particulares en su adiestramiento y alimentación que determina en

última instancia el rendimiento del animal en el trabajo.

- En las labores de operaciones del cultivo, el deshierbe es una práctica muy poco realizada, reportada principalmente en la Zona Centro; mientras que el aporque es practicado por todos los productores con una predominancia del uso de la tracción animal frente a la tracción motriz. En las zonas donde no se practica el deshierbe, los productores indican que el aporque cumple también la función de controlar las hierbas.
- Las labores de cosecha y traslado de la papa son muy importantes para concluir el proceso de producción y demanda mucha energía. Se ha podido establecer que estas labores se realizan principalmente con energía humana lo que supone el trabajo de aproximadamente 25 personas para una hectárea, aspecto que no siempre es posible conseguir por la baja oferta de mano de obra agrícola, razón por la cual la recolección manual se prolonga por más de tres días incluso cuando se tiene el apoyo de una yunta usada normalmente para la apertura del surco.

El uso de diferentes medios técnicos de labranza aplicados al cultivo de la papa muestra una estrategia familiar que combina la aplicación de tres fuentes de energía, distribuidas en base a algunos criterios como los siguientes:

- Si los trabajos son pesados o laboriosos (en labores de labranza primaria y secundaria),
- la superficie de cultivo, y
- la disponibilidad de recursos económicos, entre otros.

En la siguiente [Figura 1](#) se ven las principales tendencias sobre la decisión que toma el productor en el uso de diferentes fuentes de energía; nótese que

existen preferencias coincidentes en las tres zonas, en labores de labranza primaria y cosecha, ambas bastante pesadas y una de ellas es todavía trabajada con tracción humana aspecto que influye en el manejo del cultivo ya que no existe una amplia oferta de mano de obra en las épocas de cosecha. Se entiende que la oferta de tractores no es un impedimento ya que el 100 % de las familias accede a este servicio para la primera labor y no así para la cosecha; esto puede deberse a:

- Los tractores no disponen del implemento adecuado para cosecha,
- el productor no quiere pagar el servicio de un tractor,

- el productor considera la posibilidad de utilizar la yunta sólo para la apertura de surcos, mientras que la cosecha es a mano.

Otras labores como la siembra y el aporque son compartidas en el uso de tracción motriz y animal siendo esta última la más utilizada y preferida por los agricultores. Finalmente se puede ver que las labores de deshierbe no es muy frecuente y el traslado del producto que comprende la selección de la papa y el embolsado es realizado principalmente con energía humana y existe el apoyo de la energía motriz a través del uso de tractores (en pocos casos) y principalmente vehículos que llevan el producto hasta el silo.

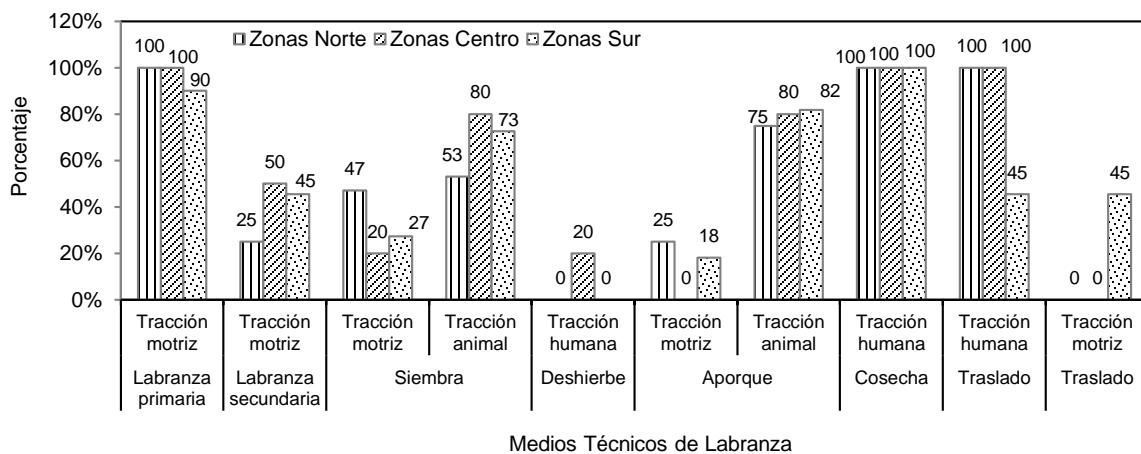


Figura 1. Uso de los Medios Técnicos de Labranza en el cultivo de papa.

Un análisis general del uso de Medios Técnicos de Labranza (MTL) aplicados al cultivo de papa en el municipio de Pucarani muestra que el 37 % de las labores agrícolas son realizadas con la asistencia de un tractor principalmente bajo la modalidad del contrato de servicios, 35 % con tracción humana y 28 % con el uso de la tracción animal. En este sentido se puede mencionar que varias labores de labranza pueden ser consideradas como "labores motorizadas"; esta preferencia ha tenido un inicio y desarrollo basados en la disponibilidad y acceso a la maquinaria y sobre todo la conveniencia económica y en términos de esfuerzo para el productor.

El incremento del uso de los tractores es inversamente proporcional al uso de la tracción animal y humana; en este sentido esta situación se ha traducido en una disminución importante de la tracción animal lo que significa que algunas labores todavía son realizadas en forma manual con las consiguientes implicancias que se traducen en la oportunidad y calidad del trabajo, disponibilidad de mano de obra y un nivel de

mecanización que caracteriza a esta actividad; aspectos éstos que deberían ser estudiados ya que por alguna razón están presentes y son parte de las estrategias familiares, las cuales siempre pueden ser mejoradas dentro de la perspectiva de una actividad económicamente viable, ecológicamente aceptable y socialmente justa.

### Cultivo de la cebada

El municipio de Pucarani está caracterizado por su actividad ganadera (sobre todo ganado bovino), por lo cual el cultivo de forrajes es importante ya que es la base fundamental para alimentar al ganado vacuno. La superficie cultivada varía según las zonas, siendo las más importantes las zonas Centro y Sur; el promedio anual de cultivo por familia es de 1.07 ha y los rendimientos varían según el año agrícola y también las zonas, obteniéndose un promedio de  $33.65 \text{ qq ha}^{-1}$  de cebada berza (biomasa forrajera en base seca) las cuales son conservadas a través de la formación de almiarares, que consiste en amontonar la cebada en forma cilíndrica (calchas) o rectangulares (pirwas)

donde se conserva el heno hasta su utilización. El destino de la producción de cebada en su mayor parte es para la alimentación del ganado y muy pocos productores tienden a comercializar la cebada, siendo

una práctica ocasional. La cebada es el segundo cultivo en importancia para las familias productoras. Se ha procedido al análisis del uso de los MTL, cuyos resultados se presentan en la siguiente [Tabla 3](#).

Tabla 3. Uso de Medios Técnicos de Labranza en el cultivo de la cebada en tres zonas del municipio de Pucarani.

Tipo de Labor	Fuente de energía	Indicadores	Zonas			Promedio
			Norte	Centro	Sur	
Labranza primaria	Tracción motriz	Cap. efectiva (h $ha^{-1}$ )	4.4	1.8	3.1	
		Costo (Bs $h^{-1}$ )	69.7	85.7	77.7	
		Uso (%)	30.0	30.0	30.0	
siembra	Tracción motriz	Cap. efectiva (h $ha^{-1}$ )	1.7	2.9	1.9	2.2
		Costo (Bs $h^{-1}$ )	87.5	48.4	82.6	72.8
		Uso (%)	70.0	60.0	70.0	66.7
	Tracción animal	Cap. efectiva (h $ha^{-1}$ )	3.7	46.7	8.0	19.5
		Costo (Bs $h^{-1}$ )	62.2	7.5	33.6	34.4
		Uso (%)	30.0	40.0	30.0	33.3
Cosecha	Tracción humana	Cap. Efectiva (h $ha^{-1}$ )	37.5	31.4	23.2	30.7
		Costo (Bs $h^{-1}$ )	13.4	7.5	8.1	9.7
		Uso (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
Traslado	Tracción humana	Cap. efectiva (h $ha^{-1}$ )	19.2	3.4	11.5	11.4
		Costo (Bs $h^{-1}$ )	13.3	25.9	11.1	16.8
		Uso (%)	100.0	100.0	70.0	90.0
	Tracción motriz	Cap. efectiva (h $ha^{-1}$ )			5.6	5.6
		Costo (Bs $h^{-1}$ )			41.3	41.3
		Uso (%)			30.0	10.0

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas. \* La tasa de cambio es 6.97Bs/1\$us

La [Figura 2](#) muestra las estrategias familiares en relación al uso de los MTL en el cultivo de la cebada; donde el uso del tractor también es importante en labores de labranza primaria y siembra, en esta última labor muchos productores optan por el uso de la yunta aunque en menores porcentajes. Un aspecto importante es verificar que las labores de cosecha y

post cosecha son realizadas principalmente con tracción humana como en el caso de la papa, donde tiene implicancias que deben ser analizadas de forma específica y con el objetivo de identificar mejores combinaciones de energía y el uso de máquinas adecuadas.

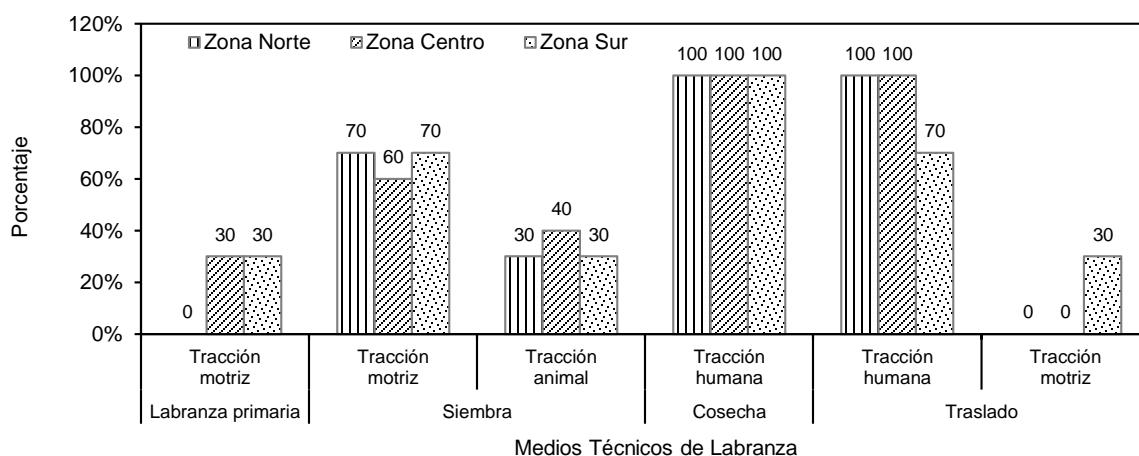


Figura 2. Uso de los Medios Técnicos de Labranza en el cultivo de cebada.

Dentro de la rotación de cultivos la cebada es cultivada después de la papa, esto hace que las labores que se

practican tengan una característica particular que se analizan con las siguientes consideraciones;

- En algunas zonas no se acostumbra a realizar la labranza primaria y en otras el porcentaje de productores que realiza esta labor es baja.
- Esto significa que la labor más importante es la siembra, misma que es realizada con tractor y una rastra de discos; esta labor cumple dos funciones: i) remueve el suelo, y ii) tapa la semilla luego de la siembra. En general son labores menos pesadas, superficiales lo cual implica un requerimiento menor de tiempo.
- La cosecha y el traslado son labores eminentemente realizadas con tracción humana para lo cual se utiliza herramientas manuales como la hoz y en algunas zonas la guadaña. Esta labor resulta ser la más pesada y los productores manifiestan que enfrentan dificultades para conseguir mano de obra o que finalmente la mano de obra familiar es reducida, haciendo que este trabajo dure más y sea bastante agotador.

Las prácticas de labranza aplicadas a este cultivo son pocas; analizando la participación del uso del tractor, este participa en 30 % del total de las labores implementadas, es decir que el cultivo de la cebada en el municipio de Pucarani responde al uso de máquinas motorizadas, por lo que tradicionalmente es calificada como un cultivo “semi mecanizado”. Sin embargo, se puede ver que la cosecha y post cosecha tienen un fuerte peso sobre el uso de la mano de obra familiar y/o contratada, alcanzando a un 59 % de participación. Con relación al uso de la tracción animal, esta se concentra fundamentalmente en labores de siembra

con porcentajes incluso más bajos que en el cultivo de la papa, llegando al 10 %.

Por otra parte, el uso de la tracción humana resulta ser el más significativo sobre todo por el uso generalizado y la concentración en determinadas labores cuyo impacto debe ser analizado a mayor profundidad en la perspectiva de indagar alternativas de mecanización en base a los recursos locales disponibles.

### **Implicancias de la tenencia y uso de los medios técnicos de labranza**

La tenencia y/o acceso a los MTL es fundamental en todo proceso productivo; los impactos tienen diferentes dimensiones de acuerdo con las condiciones en la que se desarrolla la actividad productiva. Los medianos y pequeños productores de acuerdo a la posibilidad de acceso a MTL podrían disminuir la carga de trabajo, reducir tiempos de trabajo y mejorar la calidad de las labores; de lo contrario sufren un impacto sobre sus actividades productivas que incide en la reducción de la superficie de cultivo, la disminución de los rendimientos y de la calidad de la producción.

Conocer y priorizar estos impactos, permitirá tomar decisiones adecuadas a la hora de implementar un plan de mecanización que no significa únicamente la incorporación del tractor. En la [Tabla 4](#) se identifican algunos impactos que, como se puede observar, responden a diferentes ámbitos de análisis.

Tabla 4. Impactos e influencia de la mecanización agrícola.

Técnico	Económico	Sociales	Culturales	Humanos
- Rapidez y oportunidad en las labores agrícolas	- Costos de producción - Dependencia de otros sectores	- Definen métodos y organización para el trabajo	- Disponibilidad de tiempo	- Define las Condiciones de trabajo
- Superficie trabajada	- Ingresos y utilidades	- Define la dinámica del requerimiento de mano de obra	- Influye en los hábitos y costumbres	- Requerimiento de esfuerzos y comodidad
- Posibilidad de realizar trabajos que demandan mayor fuerza	- Disponibilidad de capital y capacidad de gasto	- Determina los niveles técnico-sociales	- Influye en los patrones de comportamiento y relacionamiento	- Salud y bienestar
- Calidad de las labores	- Administración económica	- Orienta a diferentes ámbitos de capacitación y educación		- Riesgos de trabajo
- Manejo y conservación del suelo (compactación, erosión)	- Autoconsumo y/o mercado			
- Productividad del trabajo del hombre	- Riesgo en la inversión	- Influencia en el entorno social		
- Producción total				

## **Participación de la maquinaria en los costos de producción**

En una perspectiva competitiva, dentro de los costos de producción se identifican de forma general los siguientes factores:

- los insumos,
- la aplicación de maquinaria agrícola y mano de obra, y
- otros costos relacionados con el volumen de producción.

Estudios realizados en otros países sobre la influencia de la maquinaria agrícola sobre los costos de producción en cereales, muestran que en el caso del trigo es aproximadamente el 36 y 37 % en cebada (Gil, 1991). Por otra parte, es importante mencionar que los costos de la maquinaria están influenciados por las condiciones de utilización y el acceso a los medios técnicos.

En los últimos años, algunas provincias del Altiplano Norte del departamento de La Paz han experimentado cambios en los sistemas de producción debido a la presencia de instituciones de desarrollo que han promovido el uso de tecnologías, entre ellas, la maquinaria agrícola en las principales labores de labranza. El productor agrícola de estas zonas ha establecido una estrategia familiar en el acceso y uso de los MTL, misma que responde a diferentes factores, entre ellos: la disponibilidad de recursos económicos y/o las ventajas que proporciona esa tecnología en términos de facilidad y rapidez en el trabajo.

Los siguientes resultados muestran el comportamiento económico del uso de diferentes medios técnicos de labranza y su influencia sobre los costos de producción en dos principales cultivos en el municipio de Pucarani.

### **Costos del uso de los medios de labranza y su influencia en la producción de papa y cebada**

En las tres zonas del municipio de Pucarani la producción de papa es una constante dentro de la estrategia de producción familiar; la superficie promedio de cultivo varía entre 0.65 a 1.26 ha y la estrategia en el uso de los MTL muestra que la mayoría

de las familias hacen uso del tractor en las labores más pesadas y combinan las energías humana y animal en las otras labores. De esta manera se ha podido identificar al menos dos modelos claramente diferenciados.

### **Sistema mixto con menor uso de energía animal (Modelo 1)**

Se caracteriza por el uso del tractor en labores de labranza primaria, secundaria y siembra de papa, mientras que, en operaciones de cultivo como aporque, manejo en general y cosecha es realizada con energía humana; quedando únicamente la labor de apertura de surcos en la cosecha con el uso de la yunta. Esto significa que la incidencia del uso de la energía animal en este modelo es bastante baja, aunque muy importante ya que su participación se centra en una de las labores más pesadas como es la cosecha.

### **Sistema mixto con mayor uso de energía animal (Modelo 2)**

La diferencia de este modelo con el anterior se basa en un mayor uso de la yunta, la misma que es utilizada en labores de siembra, aporque y cosecha. De los resultados obtenidos se ha podido establecer que este modelo es usado por las familias en un 58 % mientras que el modelo en el cual se hace un mayor uso del tractor es utilizado por el 42 % de las familias.

### **Modelo teórico**

Si bien las labores más pesadas están siendo trabajadas con apoyo del tractor, los productores manifiestan que todavía falta mejorar las técnicas de algunas operaciones de cultivo y principalmente la cosecha la cual es realizada con tracción animal y energía humana. Esta expectativa ha motivado a ensayar un modelo teórico en el cual se utilice la tracción motriz en la mayoría de las labores y principalmente en aquéllas en las que actualmente no se está utilizando, tal es el caso de las labores de cosecha. Independientemente de las combinaciones de las fuentes de energía utilizadas se puede observar que aproximadamente el 60 % de los costos de producción corresponden al uso de los medios técnicos de labranza ([Figura 3](#)).

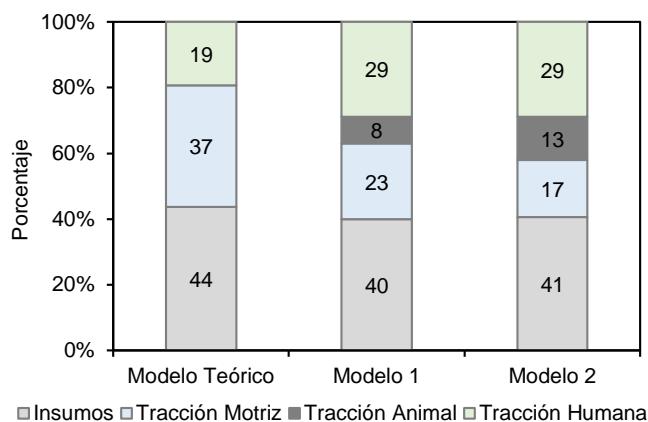


Figura 3. Incidencia del tipo de MTL utilizado en la optimización de los costos de producción cultivo de papa.

El Modelo 2 que es el más frecuente en el municipio de Pucarani muestra que el incremento en el uso de la yunta afecta directamente al uso del tractor ya que los costos por concepto de mano de obra se mantienen similares en los dos modelos.

El Modelo 1 es practicado con mayor frecuencia en aquellas zonas donde existe menor disponibilidad de yuntas. El uso de la energía humana y animal está directamente relacionado con la disponibilidad de la mano de obra familiar; en ambos modelos se mantienen los requerimientos de mano de obra aspecto que se convierte en un impedimento cuando no existe una oferta adecuada.

El uso de la energía humana y la yunta en el Modelo 2 representa a su vez el 70 % de los costos relacionados al uso de los medios técnicos de labranza mientras que el Modelo 1 representa el 62 % del uso de los MTL. Bajo esta perspectiva se puede entender la razón por la cual es más frecuente el Modelo 2 ya que en la práctica el agricultor al usar la mano de obra familiar usualmente no establece un costo específico por este concepto mostrando un menor gasto en efectivo.

En el Modelo Teórico la incorporación de la energía motriz (tractor) en las diferentes labores sustituye el trabajo de la yunta y disminuye la incidencia del uso y costo de la mano de obra lo que implicaría mayores facilidades en el trabajo familiar, aunque este Modelo está limitado por la disponibilidad de maquinaria y por el costo horario de alquiler, cuyos precios no están adecuadamente establecidos y tiene una tendencia a incrementarse anualmente.

Analizando los costos de producción por hectárea se puede observar que el Modelo 2 es más barato que el Modelo 1; probablemente ésta es una de las razones

por las que este Modelo es el más usado por los productores; ya que al incrementarse el uso de la tracción animal disminuye el requerimiento de mano de obra y de tractor, aspecto que se traduce en un menor costo final. Los costos de mano de obra que están por encima de los Bs 3 000 son significativos para ambos modelos (Figura 4). Esta situación pone en evidencia una limitante ya mencionada por los productores que es la labor de cosecha; labor pesada que tiene diferentes fases, que demanda mucha mano de obra y que en la actualidad no dispone de una maquinaria accionada por energía motriz.

El Modelo Teórico ha reportado un menor costo de producción; donde si bien se incrementan los costos por concepto del uso del tractor, éstos se compensan al disminuir el requerimiento de mano de obra determinando así un menor costo final en relación con los modelos utilizados en la zona. La percepción que tiene el productor sobre los costos está dirigido principalmente a aquellos que requieren un pago en efectivo, mientras que el costo de la mano de obra familiar no se toma en cuenta o no es contabilizado ni monetizado; sin embargo, se ha podido ver que la función que cumple la mano de obra en las diferentes labores es muy importante no solo por su misma función sino también por su incidencia sobre los costos de producción total.

También se observa que el uso del tractor o la yunta influye en una disminución de la mano de obra, en ese marco es posible pensar que un mejor aprovechamiento de la tracción animal y una buena combinación con el uso del tractor y sus diversas aplicaciones podría ser la base para una disminución de los costos de producción, el mejoramiento de la calidad de las labores y el incremento de los ingresos para las familias.

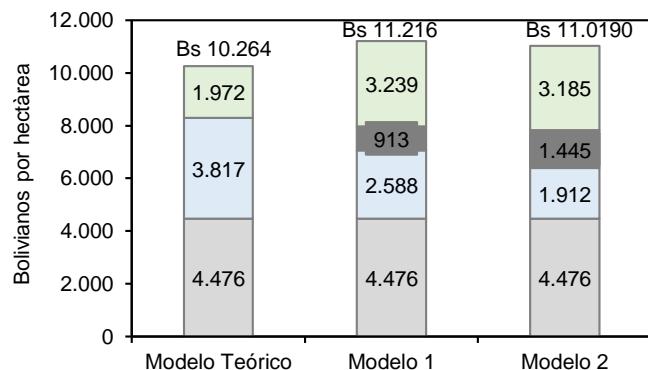


Figura 4. Incidencia del tipo de Medios Técnicos de Labranza utilizado, en la optimización de los costos de producción del cultivo de papa.

En el caso del cultivo de cebada, el uso de los MTL representa aproximadamente el 95 % de los costos, lo cual supondría que este cultivo es exigente en el uso de energía; sin embargo, esto está condicionado a los requerimientos y costos de los insumos que no son muy altos ([Figura 5 y 6](#)).

Se ha podido identificar dos tipos de sistemas:

- Sistema Manual, con un uso preponderante de la tracción animal y humana; y
- Sistema Tractor, con el uso de esta maquinaria y la mano de obra familiar.

Dadas las características y exigencia del cultivo, se puede indicar que las labores que requieren mayor demanda de energía son la labranza primaria, secundaria y cosecha; estas labores son trabajadas con tracción motriz y tracción humana, alternándose este uso con la incorporación de la yunta en labores de siembra.

En el Sistema Manual, la siembra es realizada con yunta, práctica que es utilizada por 30 % de las familias mientras que el Sistema Tractor, la labor de siembra es realizada con tractor y es un sistema más generalizado. La diferencia entre ambos sistemas se centra en la siembra, ya que las otras labores son similares, en este sentido el uso de la yunta incrementa los costos por el tiempo que se requiere de esta fuente de energía.

Tomando en cuenta que la siembra genera la diferencia, se ha desarrollado un Modelo Teórico considerando que la cebada es el segundo cultivo de rotación después de la papa lo cual significaría realizar una labor de arado superficial y en la labranza secundaria (rastra) se realiza simultáneamente con la siembra. Los resultados muestran que, en el Modelo Teórico, la incidencia de los costos por concepto del uso del tractor redonda en un menor costo de producción.

El uso de la tracción humana en los tres sistemas es significativo e influye no solamente en los costos de producción sino también en el esfuerzo que se requiere sobre todo en la labor de cosecha y las dificultades de conseguir mano de obra en los momentos más necesarios. La incorporación de segadoras ayudaría en la carga de trabajo e influirían en un menor costo haciendo que este cultivo sea un poco más rentable para el productor.

Estas hipótesis deben ser analizadas mediante ensayos de campo considerando que el tractor es un servicio que se encuentra con relativa facilidad en la zona. Al mismo tiempo los resultados nos muestran que es necesario trabajar en las combinaciones de uso de diferentes energías de tal manera que esta combinación sea la más adecuada para las condiciones de las zonas y racionalidad estratégica de las familias productoras.



Figura 5. Incidencia del tipo de Medios Técnicos de Labranza utilizado en la optimización de los costos de producción de cebada

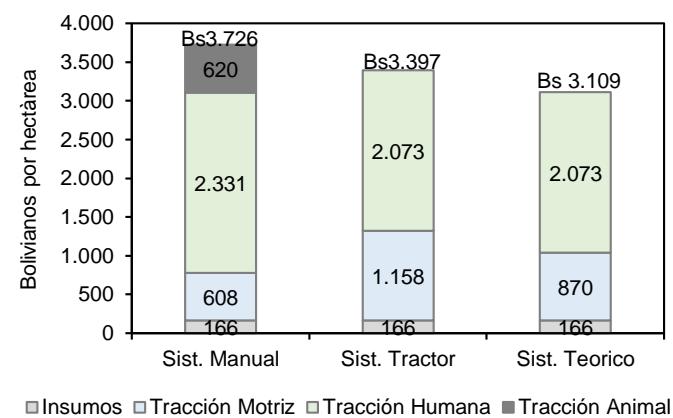


Figura 6. Incidencia del tipo de MTL utilizado, en la optimización de los costos de producción de cebada.

La fuerza de tiro animal, el uso de tractores y la energía humana deberían ser considerados como fuentes de energía complementarias para la producción agrícola y no como recíprocamente excluyentes. La combinación óptima dependerá de los requerimientos de cada operación agrícola y podrá cambiar según la viabilidad de las fuentes alternativas de energía. Con sistemas con un bajo nivel de tecnología y generalmente con fuerte trabajo manual, los resultados de la producción

agrícola permanecen a un nivel de subsistencia y no pueden proporcionar los volúmenes necesarios para alimentar a los sectores no agrícolas de la población. Por ello, el desarrollo agrícola está estrechamente ligado a la disponibilidad de equipos adecuados. Sin embargo, es necesario reconocer que las familias rurales muy a menudo tienen medios de vida sustentados por estrategias complejas y la agricultura puede sólo ser un componente de estas (Ellis y Biggs, 2001).

## CONCLUSIONES

El uso de diferentes MTL aplicados al cultivo de la papa muestra una estrategia familiar que combina la aplicación de tres fuentes de energía en función a la laboriosidad del trabajo, la superficie de cultivo y la disponibilidad de recursos económicos. Las estrategias familiares en relación con el uso de los MTL en el cultivo de la cebada muestran que el uso del tractor es importante en labores de labranza primaria y siembra, pese a que, en esta última labor, muchos productores optan por el uso de la yunta también.

En las tres zonas del municipio de Pucarani la producción de papa es extendida en la estrategia de producción familiar. La mayoría de las familias hace uso del tractor en las labores más pesadas y una combinación de energías humana y animal en las otras labores. En el cultivo de papa, se han identificado dos modelos de uso de los medios técnicos de labranza sobre los cuales se ha realizado un análisis del uso y su influencia en los costos de producción.

El Modelo 1 es practicado con mayor frecuencia en aquellas zonas donde existe menor disponibilidad de yuntas. El uso de la energía humana y animal está directamente relacionado con la disponibilidad de la mano de obra familiar, en ambos modelos se mantienen los requerimientos de mano de obra aspecto que se convierte en un limitante cuando no existe una oferta adecuada. El Modelo 2 que es el más frecuente en el municipio de Pucarani muestra que el incremento en el uso de la yunta afecta directamente al uso del tractor ya que los costos por concepto de mano de obra se mantienen similares en los dos modelos.

En el caso de algunos agricultores en pequeña escala con recursos limitados y serias restricciones en el acceso a MTL adecuados; es difícil incrementar la

producción como para obtener un excedente sobre las necesidades domésticas que represente un volumen comercialmente atractivo para muchas cadenas de valor. Son estos agricultores los que a menudo carecen de acceso a cualquier forma de mecanización para el establecimiento de sus cultivos, el control de malezas, el riego, el manejo post cosecha o el procesamiento. En algunos casos, ni siquiera los agricultores comerciales pueden hacer la transición a la agricultura mecanizada y a la producción de bienes que satisfagan las expectativas de los mercados nacionales y menos de los internacionales.

Son varios los condicionantes que determinan el acceso a recursos de mecanización agrícola entre ellos se pueden identificar los siguiente: el bajo poder adquisitivo de la mayoría de los pequeños agricultores; los bajos precios que recibe el productor; el alto costo de la maquinaria agrícola y la falta de crédito agrícola; la falta de operadores y mecánicos capacitados en maquinaria agrícola; la falta de paquetes adecuados de maquinaria para las principales operaciones agrícolas; la importación de herramientas y maquinaria.

## BIBLIOGRAFIA

- Allub, L; Guzmán, L. 2000, Las estrategias de sobrevivencia de los pequeños productores rurales de Jáchal, San Juan, Argentina (en línea). Estudios Sociológicos, vol. XVIII, núm. 1, enero-abril, 2000, pp. 125-165 disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/598/59805205.pdf>.
- Ellis, F; Biggs, S. 2001 La evolución de los temas relacionados al desarrollo Rural: desde la década de los años 50 hasta 2000 (en línea). Overseas Development Institute, Oxford, Development Policy Review, 19, 437-448 Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/1467-7679.00143>.
- Gil, E. 1991 Maquinaria agrícola, tractor, preparación del suelo y siembra (en línea). Escola superior d'agricultura de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189598/28064-3822.pdf>.
- Terán, R. 2021. Medios técnicos de labranza, su tenencia, uso y fuente de energía para la agricultura familiar en el municipio de Pucarani (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 8(3):99-112 Disponible en <https://doi.org/10.53287/dquq5523fv53l>.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal). 2007. Plan de Desarrollo Municipal de Pucarani. Servicio Departamental de autonomías de La Paz, SEDALP.

Artículo recibido en: 07 de julio de 2022

Aceptado en: 25 de agosto de 2022