



# Alternativas de mecanización para la agricultura familiar

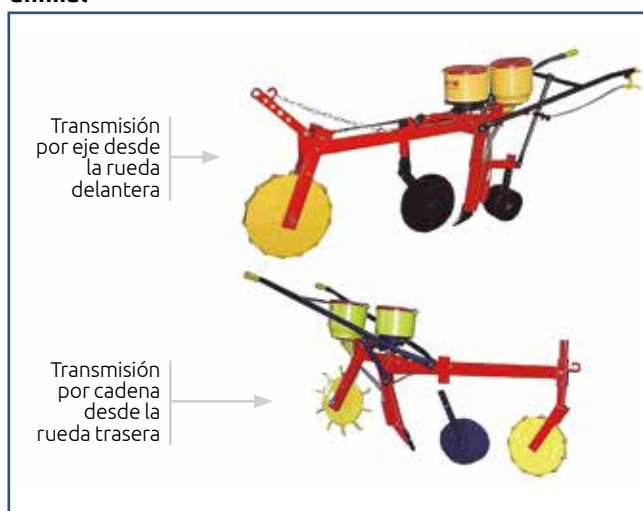
Foto 1. Aradura con bueyes. 📷 J. Alegre

JOSÉ RAMIRO BENITES JUMP

Gracias a nuevas técnicas de cultivo, a procesos de innovación de herramientas tradicionales y a la adaptación de maquinarias convencionales, es posible aumentar la eficiencia del trabajo agrícola que, al incrementar la productividad, disminuye los costos.

La producción agrícola de pequeña escala se basa en técnicas de cultivo que requieren mucha mano de obra y esfuerzos considerables de hombres, mujeres, niños y niñas. En general, la escasa mecanización del cultivo incrementa el número de jornales utilizados. En el Perú, para producir una hectárea de maíz en forma no mecanizada se requieren entre 80 y 120 jornales, sin considerar el tiempo para las labores de cosecha y desgrane. En el occidente de El Salvador se necesitan 53 jornales; mientras que en la zona de Alta Verapaz en Guatemala, por lo menos 61 jornales de trabajo manual. Las operaciones con menor productividad son la preparación del terreno y la siembra con herramientas manuales, que consumen más del 80% del tiempo total de trabajo. La baja productividad de la mano de obra resulta en un costo muy alto que alcanza hasta un 65% del costo total de la producción de maíz (Huamanchumo de la Cuba, 2013). A todo esto se suman la quema de rastrojos o el sobrepastoreo, prácticas que tienen un impacto ambiental grave ya que degradan los cursos de agua, los suelos y la vegetación de manera violenta (Benites y otros, 2010).

Figura 1. Sembradoras directas sencillas de tracción animal



Fuente: Augusto Araujo, IAPAR, Brasil.





Foto 2. Sembradora directa con tracción animal. 📷 Knapik Ltda, Santa Catarina, Brasil

La energía física y el tiempo requeridos para las actividades de poscosecha representan también un desgaste significativo de los recursos con los que cuentan los productores campesinos. La separación o extracción de la cáscara de los granos por medio de la trilla, el descascarillado, el prensado, el pelado o el molido implican mucho trabajo y muy duro, y las ganancias son a menudo bajas debido a las pérdidas e impurezas. Procesos de preservación como el secado, la cocción, el ahumado y el encurtido también requieren de tiempo y esfuerzo.

### Preparación del suelo y la siembra Herramientas prehispánicas

Las herramientas manuales de la época preinca como el *allachu*, la *chira*, la *huarmicpananan*, la *jallmana*, la *raucana* y la *taruca* permitían practicar la siembra directa sin remoción del suelo y con el mantenimiento de una cobertura vegetal protectora del suelo. Los agricultores evitaban la erosión y hacían uso del sistema de riego por gravedad, conduciendo el agua mediante canales especiales.

### Introducción de la labranza

Desde 1530, con la colonización del continente americano, se introdujo una agricultura con conceptos y principios no aptos para el clima tropical. Esta forma de cultivar estaba basada en araduras intensivas, algunos aperos complementarios y el empleo de tracción animal como fuerza motriz (foto 1), sin haber pasado previamente por pruebas y validaciones críticas. Ahora sabemos que los arados de rejas y de discos no son los más idóneos para ser usados bajo las condiciones tropicales. El paso de la maquinaria y el continuo uso de arados y gradas a la misma profundidad, en pendiente y durante los periodos de alto contenido de humedad en el suelo, crean capas compactas subyacentes conocidas como piso de arado o piso de grada y erosión.

### De una agricultura de labranza a una agricultura de conservación

En las últimas décadas, los agricultores han expresado su preocupación por la erosión del suelo, la fuerza de trabajo y los costos de los insumos causados por la agricultura de labranza. Algunos han tratado de reducir la intensidad de la preparación de suelos pero con frecuencia han enfrentado problemas tales como baja germinación, baja productividad y alta infestación de malezas. Hay muchas experiencias y lecciones aprendidas de proyectos de suelos en América Latina que han cambiado el enfoque de la restauración de suelos, desde la conservación y reposición de nutrientes de plantas hasta una gestión de “aguas verdes” (agua en el suelo y la planta) y suelos vivos (nutrientes, agua, materia orgánica y aire), con la aplicación de tres principios: a) proteger el suelo con una cobertura permanente, b) no remover el suelo y c) rotaciones de cultivo para mantener el suelo vivo. Estos tres principios, aplicados en la llamada “agricultura de conservación (AC)”, van juntos y se pueden aplicar a los sistemas productivos más comunes como la producción de granos básicos (maíz, frijol, arroz), las hortalizas, árboles frutales, plantaciones de café y cacao, ganadería y otros.

La agricultura de conservación es una alternativa que, además de proteger los suelos, racionaliza el uso del agua, ahorra costos, tiempo, combustible y mano de obra; mejora los ingresos y es amigable con el ambiente, por lo que resulta recomendable su utilización en el contexto de aumento de la población y cambio climático en el mundo. Adoptar este sistema de manejo sostenible puede generar un ingreso adicional: el pago por servicios ambientales si la actividad agropecuaria se encuentra ubicada en zonas de recarga hídrica (Benites y Castellanos, 2003).

En la actualidad existe una gran variedad de tipos y modelos de equipos para la producción campesina familiar con el enfoque de agricultura de conservación.



### Primer paso: rehabilitación de suelos degradados

Antes de establecer cultivos usando la agricultura de conservación se requiere eliminar la compactación del suelo que es el resultado de la degradación de la estructura y la pérdida de porosidad. La compactación es un fenómeno subsuperficial producido por el uso intensivo de la labranza y la pérdida de la cobertura del suelo y es considerada como el “primer enemigo escondido” del agricultor. La compactación tiene efectos dañinos en la planta tanto para el desarrollo del sistema de raíces como para la disponibilidad de oxígeno y el movimiento del agua en el suelo. Las consecuencias son desastrosas: la velocidad de infiltración del agua se reduce drásticamente y, simultáneamente, se incrementa la escorrentía superficial y la pérdida de suelo, nutrientes, materia orgánica, calcio y semillas. Además la actividad de la biota del suelo es afectada negativamente. Para romper la compactación se requieren herramientas y equipos convencionales como el subsolador o la reja de “pie de pato”, con fuerza animal o motriz. La labranza estratégica con arado de cincel solo del área del surco, con la incorporación de abundante materia orgánica –hasta 20 toneladas de estiércol o de gallinaza por hectárea– para estimular la actividad biológica del suelo produce su mejoría física a bajo costo. Luego de esta preparación se siembra un cultivo que produzca una alta cantidad de rastrojos, como el maíz, o un cultivo de cobertura como la avena negra, que permita la primera siembra directa.

### Equipo para el manejo de cobertura

El manejo de cultivos de cobertura o de rastrojos en pequeñas fincas con agricultura de conservación puede ser mecánico, con rollo-cuchillo o rastra de discos. El rollo-cuchillo es una alternativa para el manejo mecánico de la vegetación y de rastrojos de cultivos cuya función es aplastar y cortar parcial o totalmente el material vegetal, con la ventaja de proporcionar una baja tasa de descomposición del mismo. Se trata de un equipo de construcción sencilla que comprende un cilindro de madera o metal con cuchillos dispuestos transversalmente y una estructura para apoyo, tracción y protección (foto 4). Durante la operación, los cuchillos de corte apisonan y cortan la cobertura (abonos verdes o residuos de cosecha), dejándola sobre la superficie del suelo. La calidad de operación del rollo-cuchillo depende de su diseño, de la condición del suelo y de la cobertura vegetal. Es producido comercialmente por varias industrias brasileñas, en distintos modelos, para tiro animal o de tractores y con anchura de trabajo variable entre uno y cinco metros. Es importante indicar que el trabajo con rollo-cuchillo de tiro animal o tractor no es recomendable para pendientes por encima de 20%. Además, para evitar accidentes, es necesario capacitar a los operadores y entrenar a los animales.

### Sembradoras

#### Manuales

En las zonas donde no se puede usar la tracción animal porque lo impide la pendiente o existe gran cantidad de rocas, muchas comunidades andinas usan la sembradora manual tacla o chaquitacla (figura 2) para realizar la preparación del suelo y la siembra. La *tacla* o *chaquitacla* es un palo largo con una lámina un tanto curvada (tacla) en el extremo inferior que antes de la conquista era de madera dura o piedra y actualmente es de acero, obtenida por lo general de flejes de muelles de camión. Antes del terminal, esta herramienta tiene un palo transversal en el que el agricultor apoya un pie para hundir la tacla en la tierra y así lograr una abertura para colocar la semilla (Benites y Bot, 2014).

En las zonas húmedas la siembra manual se efectúa con un palo con punta (foto 3) que recibe también los nombres de *tacarpo* (Perú), *aulet* (Guatemala) o *chuzo* (en varios países centroamericanos). Para sembrar una hectárea se requieren 25 hombres/día o 25 días/hombre. En zonas de riego

Figura 2. Chaquitacla



Ilustración de Felipe Guamán Poma de Ayala, 1615.

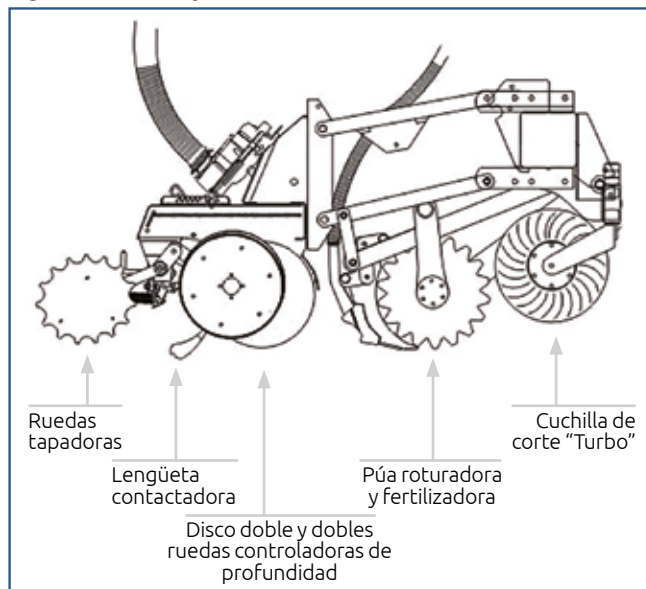
después de la labranza con tractor y la confección de los surcos a 90 cm de distancia, la siembra de maíz se efectúa con una pala en hoyos a 30 cm de distancia, dejando tres semillas por hoyo (golpe).

Ahora hay una versión moderna de la chaquitacla, conocida como “matraca”, que está adaptada para suelos no movilizados y con rastrojos. La principal mejora ha sido la introducción de picos estrechos y afilados construidos con metal de dureza media para garantizar penetración en el suelo y reducir desgaste. La siembra con matraca es apropiada en laderas con pendiente de 100% o más. Hay modelos que permiten sembrar y aplicar abono. Requiere de un jornal para

Foto 3. Siembra directa con tacarpo. Autor



Figura 3. **Prototipo de sembradora directa**



Fuente: Lisandro Repetto, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

sembrar una hectárea de maíz y de dos jornales para una de frejol. Se pueden usar diferentes modelos para sembrar otros tipos de semillas.

#### *Sembradoras de tiro animal*

En el mercado brasileño se dispone de distintos modelos de sembradoras directas de precisión de tiro animal, para caballos o bueyes. Tales equipos pueden tener una o dos hileras de siembra con dosificadores de semillas de discos horizontales con huecos de diferentes tamaños, número y forma, que posibilitan diversas densidades de siembra y operan en áreas planas y pendientes de hasta 50% con obstáculos (rocas, raíces, etc.) y en suelos livianos o pesados (arcillosos).

En la mayoría de los modelos de sembradoras directas de tiro animal, el corte de rastrojo se hace con un disco de corte plano situado delante de la máquina, justo detrás del punto de enganche y junto a una rueda controladora de la profundidad, la cual, en algunos casos, también ejerce las funciones de transmisión de movimiento y de apoyo para facilitar las maniobras del equipo (figura 3). El disco de corte permite el ajuste de la profundidad de operación y de la distancia entre el surcador de abono que, a su vez, puede ser una reja o disco doble; este último se recomienda para suelos de textura mediana a arenosa.

La reja debe tener el ancho y el ángulo adecuados, además de reglaje de profundidad de trabajo, y es responsable de la distribución de abono por debajo de la semilla (un máximo de 12 cm de profundidad). El surcador de semillas se compone generalmente de un disco doble con resortes para permitir el seguimiento de la superficie del suelo y abre surcos con una profundidad determinada por la altura de las ruedas compactadoras que, a su vez, debe ser compatible con el ajuste del punto de enganche para estabilizar el funcionamiento de la sembradora. Algunos modelos comerciales tienen también dos ruedas laterales traseras, además de las compactadoras, para un mejor control del equipo por parte del operador. Los depósitos de las semillas y abonos están hechos en general de polietileno y los dosificadores son los mismos utilizados en sembradoras de tractores (foto 2). Hay otros modelos en el mercado de sembradoras directas de tiro animal, más livianas y simples, convenientes para terrenos con pendientes más pronunciadas y mayores obstáculos (figura 1).

#### *Sembradoras para tractores*

Por lo general son sembradoras directas para tractores de potencia baja (hasta 60 cv) y constituyen versiones reducidas de modelos mayores que tienen las principales innovaciones de los últimos modelos. Son máquinas para enganche en los tres puntos del tractor, lo que facilita y acelera la operación en áreas pequeñas. Los microtractores adaptados para siembra directa están disponibles pero son más comunes en cultivos de ajo, cebolla y hortalizas.

#### **Asperjadoras o pulverizadores**

El manejo de la cobertura para la aplicación de plaguicidas orgánicos o minerales requiere de aspersores o pulverizadores. En este caso, más allá de los modelos de espalda, manuales o motorizados, están disponibles también los pulverizadores de barra, de tracción humana o animal, con capacidad de tanque variable entre 20 y 100 litros o 130 y 270 litros, respectivamente. El número de boquillas de pulverización de la barra varía entre 4 y 14 (2 a 7 metros de ancho) y, por esa razón, la productividad del trabajo es alta.

#### **Distribuidor de cal y estiércol**

Para la agricultura de conservación en laderas, especialmente en zonas húmedas, un equipo importante es el distribuidor de cal y estiércol que puede ser tirado por animales o tractores pequeños. Tales equipos están disponibles en modelo estándar con una tolva colocada a todo lo ancho de la máquina, en cuyo fondo se encuentra un mecanismo de descarga con ajuste de la dosificación. Tienen también dos ruedas laterales que accionan el eje dosificador y los agitadores internos. Su anchura de operación puede alcanzar 1,5 metros y su capacidad es de 300 kg de cal.

#### **Equipos para poscosecha y transporte**

Equipos sencillos para poscosecha adaptados para la agricultura familiar, tales como desgranadores, secadores y clasificadores-limpiadores de granos, son importantes para garantizar la calidad y reducir las pérdidas de granos. Para maíz hay desgranadores manuales de operación y mantenimiento sencillos, que permiten un desgrane más rápido que el del proceso manual, así como menores pérdidas durante el almacenamiento en grano en comparación con el almacenamiento en mazorcas. Su capacidad de desgrane es de entre 80 y 150 kg por hora y su estructura es de madera con desgranadores hechos de hierro fundido que se ajustan para diferentes condiciones de desgrane.

El transporte de carga con fuerza animal en áreas de pendientes pronunciadas es una buena alternativa para eliminar las cargas pesadas con fuerza humana. Ahora están disponibles los motocarros-triciclos o microtractores con tolvas de carga que permiten el transporte de hasta media tonelada en áreas donde hay caminos de acceso y en terrenos planos.

#### **Energías renovables para la agricultura familiar:**

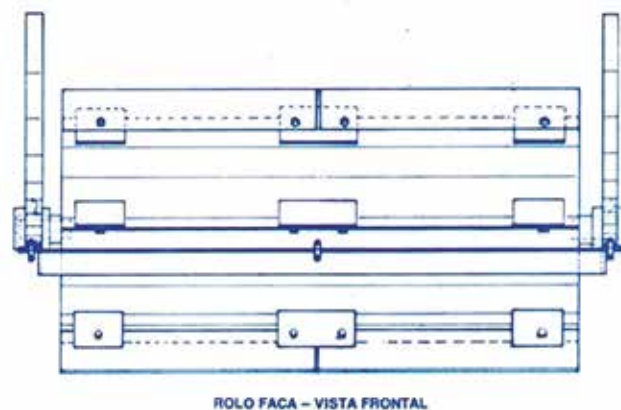
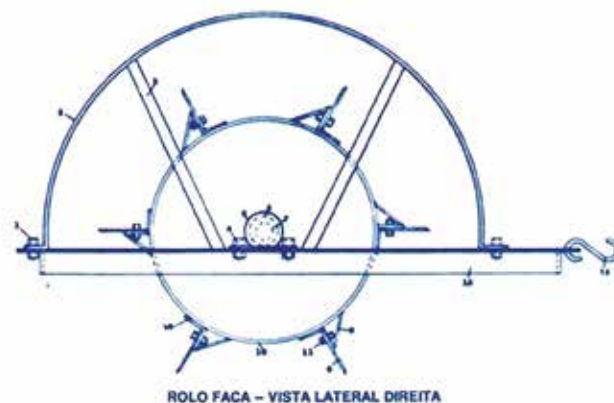
##### **Experiencias en el Perú**

En cuanto al procesamiento de los productos agrícolas familiares hay experiencias empresariales en marcha: secado de café en Chanchamayo, de orégano en Tacna y de páprika en la costa norte. Estos negocios están aumentando porque ahora la calidad sí se reconoce en el precio. En muchas áreas rurales también se han ejecutado proyectos dirigidos a la producción de electricidad utilizando energías renovables: eólica, solar, biomasa e hidroeléctricas pequeñas. La energía eléctrica sirve para operar equipos en pequeñas agroindustrias que permiten darle valor agregado a los productos del campo. Hay proyectos de riego tecnificado que utilizan bombas de agua solares. En el fundo orgánico Samaca, ubicado en el desierto de Ocucaje, en Ica, se está instalando un sistema de paneles fotovoltaicos de





Foto 4. Aplastadora rolo cuchillas. © Augusto Araujo, IAPAR, Brasil



más de 100 kW que se utilizará para el riego. En los medios de comunicación se pudo ver hace poco la entrevista a una campesina de Huarmey que irriga de dos a tres hectáreas de espárragos bombeando el agua con energía solar. Esta aplicación se ve facilitada por la gran reducción en los precios de los sistemas fotovoltaicos, que hace 10 años eran muy costosos (Horn, 2013).

### Políticas para la promoción de la mecanización

*Desarrollo y fortalecimiento de la organización para la producción*

La organización constituye el vehículo para el desarrollo productivo de las familias y las comunidades donde residen, ya que permite organizar servicios de alquiler para equipos y maquinaria, acceder con mayor facilidad a las oportunidades de capacitación y asistencia técnica, ofrecer productos en el mercado con mejor selección en cuanto a calidad y menor estacionalidad, realizar el mercadeo en bloque y acceder a canales de comercialización.

#### Aspectos fundamentales de políticas

Es importante que las políticas para la promoción de la mecanización consideren tres aspectos fundamentales: a) adecuación de la tecnología a los sistemas de producción y a las condiciones ecológicas de los pequeños agricultores, b) disponibilidad de crédito por las pequeñas empresas locales para importar o fabricar los equipos seleccionados y para la compra directa de equipos por los productores y c) asistencia técnica calificada. La primera parte tiene por objeto seleccionar los equipos más apropiados, lo que requiere un amplio conocimiento de la realidad y de las alternativas existentes en otras áreas, además de pruebas "en campo" con los agricultores para la validación de tecnologías. Los programas gubernamentales de crédito, por otra parte, son esenciales para la creación de un mercado compuesto por empresas que suministran los equipos seleccionados y por productores

con condiciones para adquirirlos. Brasil tiene una buena experiencia con programas de apoyo a los agricultores familiares para la compra de pequeños tractores e implementos. Por último, la función de la asistencia técnica es garantizar el uso correcto de la mecanización por los productores. ■

José Benites Jump

[jbenitesjump@gmail.com](mailto:jbenitesjump@gmail.com)

Funcionario técnico jubilado, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Dirección de Fomento de Aguas y Tierras, Roma. Actualmente consultor internacional en temas de manejo de tierras y aguas y de agricultura de conservación.

### Referencias

- Benites, J. 2007. **Effect of No-Till on Conservation of the Soil and Soil Fertility**. En: Goddard, T., Zoebisch, M., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A., Sombatpanit, S. (2007). **No-till farming systems**. Special Publication No. 3. The World Association of Soil and Water Conservation (WASWC).
- Benites, J. R., Bot, A. 2014. **Agricultura de conservación: una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales**. Perú: Agrobanco. 335 páginas. [http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf\\_cpc/LIBRO\\_AGROBANCO.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/LIBRO_AGROBANCO.pdf)
- Benites, J., Castellanos, A. 2003. **Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación**. *LEISA revista de agroecología*, Vol. 19 No 2.
- Benites, J., Araújo, A., Escobar, J. C. 2010. **Programa Extraordinario de apoyo a la Seguridad Alimentaria y Nutricional**. Informe de Misión. Proyecto GCP/GUA/020/EC. Guatemala. 56 pp.
- Bot, A., Benites, J. 2005. **The importance of soil organic matter - Key to drought-resistant soil and sustained food production**. FAO. *Soils Bulletin*, No 80.
- Horn, Manfred. 2013. **Energías renovables para la agricultura familiar: experiencias con energías renovables en Perú**. *LEISA revista de agroecología*, Vol. 29 No 4.