

IX Congreso Latinoamericano y del Caribe en Ingeniería Agrícola – CLIA 2010

XXXIX Congresso de Engenharia Agricola – CONBEA 2010

LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA EN PEQUEÑAS PROPIEDADES RURALES

Prof. Luis Márquez

Dr. Ing. Agrónomo

Presidente de la CTN 68 “Tractores y maquinaria agrícola”

Asociación Española de Normalización (AENOR)

Como muchos de ustedes conocen, en Brasil hay del orden de cuatro millones y medio de propiedades agrícolas, de las que medio millón son altamente mecanizadas y dedicadas a la producción de los grandes cultivos. Los otros cuatro millones son explotaciones con superficies entre 20 y 40 ha, y la mayoría de ellas no están mecanizadas, aunque muchas, por el tipo de cultivos que manejan, son económicamente viables, ocupan un alto porcentaje de la población rural y sus producciones son la base de la alimentación del país.

Con los programas sociales para la mejora de la mecanización implantados por el gobierno brasileño se está produciendo un notable incremento de las ventas de tractores agrícolas de pequeña y mediana potencia dirigidos a las pequeñas explotaciones, pero la mecanización no solo es la “tractorización” de la agricultura. De aquí el interés en establecer unos criterios que permitan su progresiva mecanización, ya que de esto depende el desarrollo integral de las personas que en ellas trabajan y que constituye su medio de vida principal, sin que la “mecanización” las penalice.

LA ENERGÍA EN LA AGRICULTURA

La mecanización de la agricultura, junto con la energía mecánica que suministran los motores, ha cambiado el panorama de la alimentación mundial. Con el incremento de la energía utilizada para la producción de alimentos, la productividad de las superficies cultivadas se ha incrementado considerablemente, energía en forma de fertilizantes y fitosanitarios, además del combustible que utilizan las máquinas agrícolas.

Esto, gracias a la mejora genética de las especies cultivadas, ha tenido como consecuencia que los precios de los alimentos, ajustados con la inflación, se hayan reducido de manera continua, indiscutiblemente reduciendo las rentas de los agricultores, que han tenido que utilizar toda la tecnología disponible para aumentar su productividad.

La utilización de máquinas cada vez de mayor tamaño ha permitido aumentar la productividad de la mano de obra, ya que cada trabajador puede manejar mayor superficie de cultivo, lo que ha tenido como consecuencia la reducción considerable de la mano de obra ocupada en el sector agrario, ya que las superficies cultivables en pocas circunstancias se pueden ampliar. Posiblemente sea Brasil

uno de los pocos países en lo que la frontera agrícola pueda desplazarse sin que esto signifique riesgo ambiental.

Para evaluar la influencia que tiene la energía en la productividad agrícola puede utilizarse como ejemplo el cultivo del arroz, según se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Producción de arroz con diferentes niveles de tecnología (FAO)

Sistema de cultivo	Moderno	Transición	Tradicional
Energía total (MJ/ha)	65000	6400	175
Distribución (%)			
▪ Maquinaria	20	30	100
▪ Agroquímicos	18	70	-
▪ Riego	42	-	-
▪ Desecación	7	-	-
▪ Resto	13	-	-
Producción (kg/ha)	5800	2700	1250

Si se analiza la forma en la que se utiliza la energía en las diferentes situaciones se observa que, en el nivel de la agricultura de subsistencia, toda la energía sirve para facilitar el duro trabajo de preparación del suelo, que se hace con la ayuda de animales de tiro o con equipo mecánico simple, contando con abundante mano de obra.

Cuando aumenta el nivel tecnológico y la superficie agrícola es limitada, la energía en forma de agroquímicos (en gran parte fertilizantes) permite aumentar la productividad superficial. Esta es la opción seguida en la agricultura de transición, que, por otra parte, conlleva mayor impacto ambiental, pero permite duplicar la producción con respecto al sistema tradicional.

Por último, con el sistema tecnificado, toma gran importancia el consumo energético para el riego, que en situaciones climatológicamente favorables sería innecesario, pero, en cualquier caso, se multiplica por cinco la productividad superficial, aunque para ello haya sido necesario multiplicar por 10 el consumo de energía con respecto al cultivo en la zona de “transición”, que se podría reducir a algo más de la mitad si no se necesita regar.

En general se establece un equilibrio entre los costes de la energía, la tierra y el trabajo. Así, cuando el trabajo es caro y escaso se incrementa la utilización de la energía mecánica, para aumentar la productividad de la mano de obra ocupada. Por el contrario, cuando la tierra es escasas y costosa, se incrementa la utilización de la energía en forma de agroquímicos para aumentar la productividad superficial.

El primero de los sistemas es el que se ha venido utilizando en grandes regiones de continente americano, en las que tradicionalmente la mano de obra era escasa, mientras que la intensificación de la producción superficial ha estado ligada a países europeos en los que las superficies de cultivo son muy reducidas frente a la abundancia de población.

Por otra parte, las operaciones mecanizadas demandan energía en un rango amplio de valores, como puede ser entre 54 y 160 MJ/ha para el laboreo del suelo, o entre 29 y 79 MJ/ha para la recolección de granos finos. La reducción de las operaciones de campo, especialmente en relación con el trabajo del suelo, dando paso a la labranza reducida o a la siembra directa, es interesante para romper la rígida vinculación de producción agrícola con el consumo de energía, ayudando a diseñar un parque de máquinas que minimice los costes de producción, cualquiera que sea la dimensión de la explotación.

Hay otro aspecto que conviene considerar: las operaciones agrícolas están condicionadas por unos periodos críticos que impone el clima. En muchas ocasiones los tiempos disponibles para una determinada operación, como puede ser la implantación del cultivo, o la recolección, son muy reducidos, lo que obliga a sobredimensionar el parque de máquinas para poder realizarlas en el escaso tiempo disponible, lo cual tiene unos costes, que hacen difícil competir con estos mismos cultivos realizados en regiones en las que las condiciones agroclimáticas son más favorables.

Hace muchos años, el Director General de FAO explicaba que una familia en el sudeste asiático, que cultivaba arroz en la zona sometida al monzón, disponía de un tiempo muy reducido para implantar el arroz entre las primeras lluvias y las condiciones de inundación. Con la ayuda de todos los miembros de la familia se podría preparar apenas una hectárea. Si contaba con la ayuda de un animal de tiro, podría duplicar esta superficie, pero el resto del año debería estar trabajando para alimentar al animal que le había ayudado en el periodo crítico. En consecuencia, almacenando una energía que el animal devuelve cuando la mano de obra familiar es insuficiente.

Cuando un agricultor adquiere un tractor está comprando un elemento capaz de suministrarle energía mecánica para la producción agrícola, aunque a diferencia de los que sucede con los animales que se alimentan en la propia explotación, la energía la “acumulan” los trabajadores de las empresas que los fabrican, por lo cual se produce una transferencia de rentas de la unidad agrícola hacia el exterior, que se debe de compensar con la “exportación” de una parte de la cosecha que obtiene el que compra el tractor.

Esto hay que tomarlo en consideración para evaluar la rentabilidad de la mecanización de las explotaciones agrícolas de pequeña dimensión.

LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN EN UN SISTEMA AGRARIO

La actividad agraria se desarrolla en las denominadas “unidades de producción” integradas en un sistema agrario, que se define por las características del medio humano, con sus condiciones socioeconómicas, demográficas y culturales, por el medio natural, con un clima, unos suelos, una vegetación y otros recursos naturales, especialmente el agua, y por un paquete tecnológico disponible, que incluye material biológico, herramientas propias, sistemas de organización de trabajo y conocimientos técnicos para actuar sobre el medio modificándolo para su beneficio. En resumen, el

sistema agrario es el modo de explotación de un medio por una sociedad rural, con un esquema como el indicado en la figura 1.

La unidad de producción está condicionada por el medio natural en el que se encuentra, caracterizado por el clima, el suelo, con sus propiedades físicas y químicas, la vegetación y los cultivos y el ganado disponibles. El manejo de los

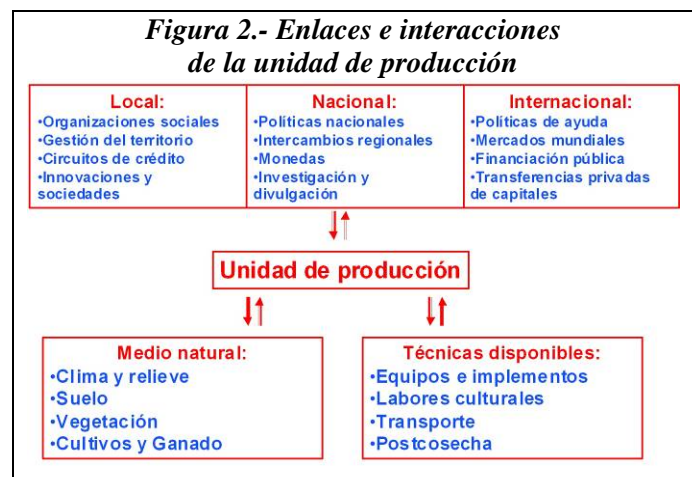
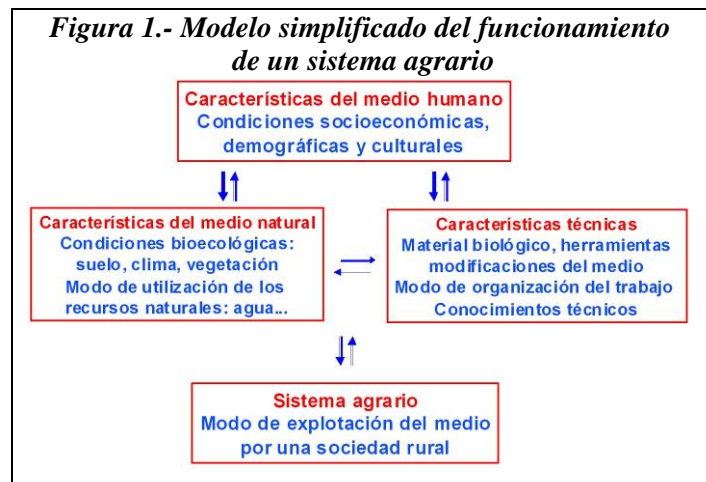
cultivos se realiza conforme a la tecnología propia, en la que se incluyen los equipos e implementos que sabe y puede utilizar, para realizar las labores culturales, la recolección y el transporte de las cosechas, y los procesos de post-recolección que le permiten conservarlas y adaptarlas para su comercialización.

La cualificación profesional de los implicados es básica para mejorar sus nivel de conocimiento tecnológico, especialmente en lo que respecta a la mecanización, ya difícilmente se podrá rentabilizar el uso del equipo mecánico cuando lo manejan personas que no saben hacerlo, ni están capacitadas para realizar un mantenimiento adecuado, lo cual se hace extensivo a la capacitación de las empresas locales que suministran estos medios de producción.

Además, las unidades de producción no se encuentran aisladas, sino que disponen de una vinculación local, generalmente unida a la nacional del país en el que se encuentran, y cada vez más condicionadas por la situación internacional, según el esquema de la figura 2.

Las políticas nacionales con sus programas de investigación y de divulgación, las facilidades de crédito, la gestión del territorio y las facilidades para la comercialización de las cosechas, inciden directamente sobre la rentabilidad de las unidades de producción, tomando como objetivo que estas unidades den trabajo a los componentes de la unidad familiar, sin que ello signifique limitar la formación básica y profesional de los niños y jóvenes de la misma, suministrando los alimentos que esta unidad familiar necesita y con un excedente comercializable que le permita mantener un equilibrio con compras de insumos y otros medios de vida que realiza en el exterior.

Hay que destacar, desde el principio, la dificultad que existe para alcanzar este equilibrio, como han puesto de manifiesto los numerosos programas de ayuda planificados desde hace muchos años en diferentes partes del mundo, y que han fracasado en el momento en que las ayudas externas



cesaron, pero no solo por la falta de financiación, sino por una falta de capacitación profesional de las personas que recibieron una tecnología inapropiada para las condiciones socioeconómicas de la región.

COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

La mecanización de las pequeñas explotaciones debe estar condicionadas, al igual que en las grandes, por la rentabilidad de la inversión en equipo mecánico, para lo cual hay que abordar desde el principio la previsión de costes de utilización del equipo mecánico que se va a seleccionar.

Posiblemente el modelo más utilizado en el mundo para previsión de costes de utilización de la maquinaria sea el propuesto por las normas ASAE EP496 y D497, que utilizando la información de máquinas funcionando en USA, ofrecen precisión en los resultados para unas condiciones de utilización similares a las de este país. Pero estas no son las que habitualmente se encuentran en otras áreas geográficas, y menos en zonas en desarrollo.

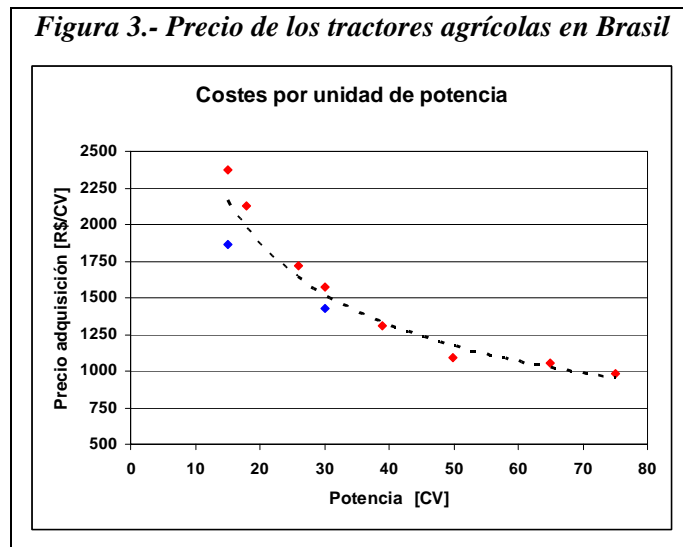
En España, siguiendo un modelo de cálculo inicialmente propuesto por el Centro de Investigaciones Agronómicas de Bélgica (CRA – Gembloux), se ha desarrollado una metodología de cálculo muy flexible, que permite modificar las hipótesis de cálculo para adaptarlas a las condiciones socioeconómicas de diferentes zonas agrícolas. Esta metodología se encuentra disponible en la

www.mapa.es/es/ministerio/pags/Plataforma_conocimiento/maquinaria_agricola.htm,

junto con unas hojas de cálculo para los tractores y las máquinas agrícolas de uso más frecuente, totalmente abiertas para que los usuarios pueden cambiar las hipótesis de cálculo adaptándolas a sus situación particular, incluyendo como referencia unos valores para las mismas obtenidos de los resultados reales de máquinas que funcionan en las condiciones de la agricultura del sur de Europa. En esta

metodología las amortizaciones se calculan combinado la antigüedad con las horas de utilización, de forma que, si en un determinado momento de la vida útil, se precediera a la venta de la máquina, su precio de mercado sería el valor nuevo de la máquina descontando la inversión ya amortizada utilizando esta metodología.

El punto de partida para realizar la previsión de costes es conocer el precio de adquisición del tractor o de la máquina que se pretende utilizar. Así, tomando los precios de los tractores agrícolas de pequeña potencia que se comercializan en Brasil (Programa “Mais Alimentos”) el coste de la unidad



de potencia varía según se indica en la figura 3 (En azul los valores correspondientes a tractores de simple tracción).

En ella se puede apreciar que por debajo de los 45 CV de potencia, los costes de adquisición aumentan de manera considerable, incluso con tractores de simple tracción, manteniendo entre 50 y 75 CV unos costes unitarios de unos 1000 R\$/CV, valor que puede utilizarse para hacer una previsión de costes de utilización de tractores en este intervalo.

Tomando como referencia que la vida útil del tractor para el cálculo de la amortización combinada es de 20 años y 12000 horas, la tasa de interés es del 7% anual (tendría que tomarse un valor igual al que se ofrece al dinero prestado para una actividad de riesgo similar), el consumo de combustible correspondiente a 0.150 L/h por kW de potencia (0.110 L/h por CV), tomando como referencia que el motor trabaja con carga media en el conjunto de operaciones del año, y unos costes de mantenimiento y reparaciones de 0.46 R\$ por litro de diesel consumido, los costes correspondientes

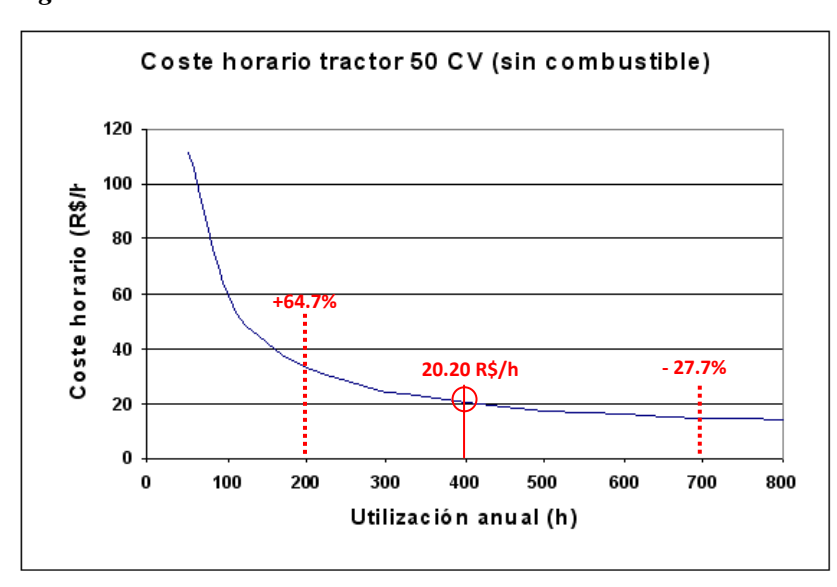
para tractores de potencias entre 30 y 75 CV, en función del tiempo de utilización anual, sin considerar el consumo de combustible, ni la mano de obra necesaria para su manejo, son los que se indican en el cuadro 2.

En el mismo se puede observar, como consecuencia del mayor coste de adquisición por unidad de potencia, que el tractor de 22

Cuadro 2.- Costes horarios según utilización anual

kW CV	Potencia del tractor		
	22 29.9	37 50.3	55 74.8
Costes horarios sin combustible ni MO			
Horas año	[R\$/h]	[R\$/h]	[R\$/h]
50	66.38	111.64	165.95
100	35.31	59.39	88.28
150	24.95	41.97	62.39
200	19.78	33.26	49.44
250	16.67	28.04	41.68
300	14.60	24.55	36.50
350	13.12	22.06	32.80
400	12.01	20.20	30.03
450	11.15	18.75	27.87
500	10.46	17.59	26.14
550	9.89	16.64	24.73
600	9.42	15.84	23.55
650	9.02	15.17	22.56
700	8.68	14.60	21.70
750	8.39	14.10	20.96
800	8.13	13.67	20.32
850	7.90	13.28	19.75
900	7.70	12.94	19.24
950	7.51	12.64	18.78
1000	7.35	12.36	18.37

Figura 3.-



LOS IMPLEMENTOS CONDICIONAN LOS TRACTORES

Para poder avanzar en el estudio de la rentabilidad de la mecanización en pequeñas explotaciones apoyándose en un tractor de 50 CV, hay que definir las características técnicas de los implementos y máquinas que este tractor puede accionar y la capacidad de trabajo que proporcionan.

En el cuadro 3 se han incluido los precios de adquisición de implementos y máquinas admitidos en el programa “Mais alimentos”, considerando los apropiados para tractores de 50 CV, junto con su capacidad de trabajo considerando unas velocidades medias de referencia.

Si consideramos un conjunto de operaciones tipo para la agricultura extensiva tradicional (sin considerar la reducción que se produce con la siembra directa), que no incluyen las operaciones de recolección, pero si el transporte de las cosechas, se observa que se necesitarían poco más de 8 h de tractor por hectárea y año, contando con 2 h/año y cultivo para las operaciones de transporte que se realizan con el tractor. Por otra parte, se observa que la inversión necesaria en máquinas accionadas por el tractor supera el coste del propio tractor (61 800 R\$ de implementos básicos, frente a los 55 000 R\$ del tractor), lo cual debe ser tomado en consideración cuando se hacen los cálculos de previsión de costes de utilización.

A partir de esta referencia se puede calcular el tiempo de utilización anual para una explotación agraria en función de su superficie cultivada, y del número de cultivos que se puedan realizar en un año. Este cálculo se presenta en el cuadro 4, sobre la base de 9 h/ha-cultivo/año.

Se puede observar que para alcanzar al menos las 360 h de utilización anual se necesita cultivar una

superficie de 40 ha con un cultivo por año, pero que se reduce a algo menos de 30 ha si es posible obtener dos cosechas en tres años, situación bastante frecuente en diferentes regiones tropicales y subtropicales.

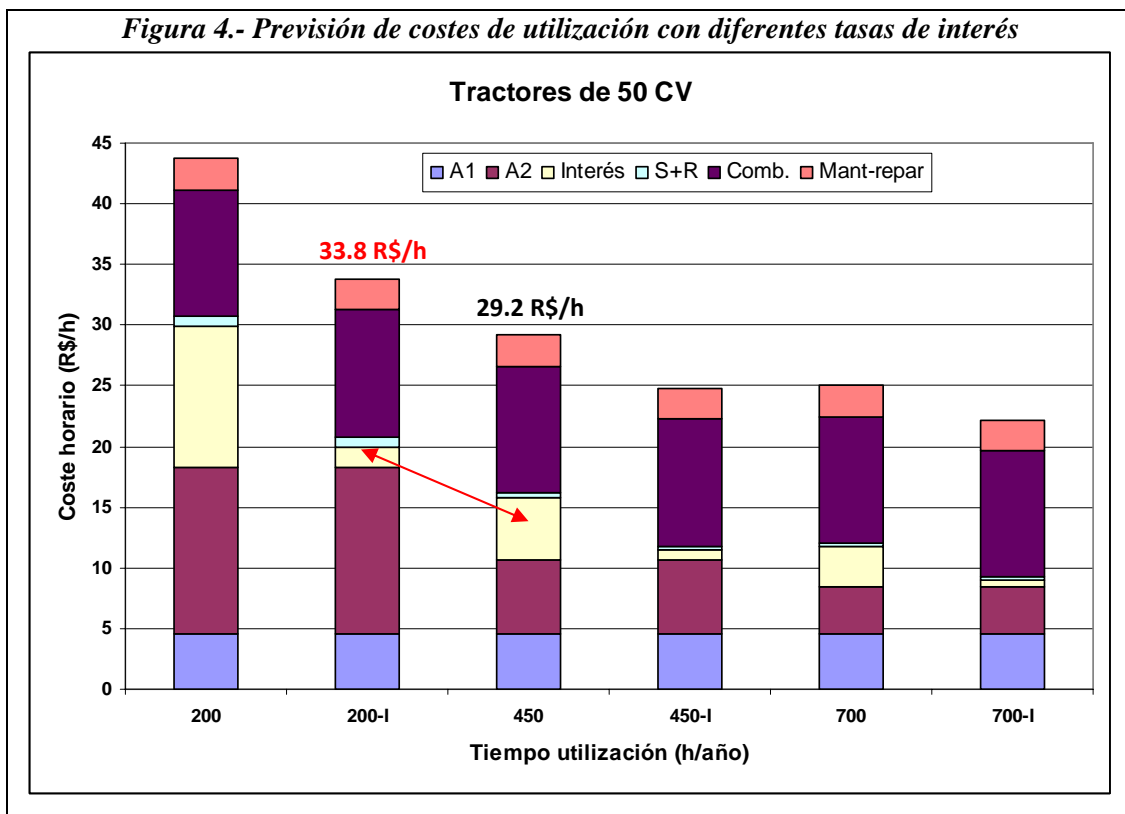
Estos son unos cálculos aproximados que solo sirve de referencia, y dadas las grandes diferencias que se pueden producir entre las distintas regiones en desarrollo, pero se pueden tomar como punto de partida para realizar cálculos más aproximados.

PROGRAMAS DE APOYO FINANCIERO A LA MECANIZACIÓN

En Brasil se ha puesto en marcha el Programa de Sustentação do Investimento (PSI) del Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BANDES), con una tasa de interés del 5.5% (a partir del 1 de julio de 2010) para la adquisición de máquinas e implementos agrícolas. Además, en el programa de “Mais Alimentos”, se ofrece una fuerte financiación para la agricultura familiar, con tasas de interés entre el 2 y el 4%, con tres años de carencia. Considerando una tasa de inflación en Brasil

Tiempo de utilización del tractor (h/ha)		9.0	
Superficie	Cultivos/año		
ha	1.0	1.5	2.0
10	90	135	180
20	180	270	360
30	270	405	540
40	360	540	720
50	450	675	900

entre 4.5 y 4.9%, se pueden hacer los cálculos comparando los cotes horarios para el tractor de 50 CV para diferentes tiempos de utilización anual, con una tasa de interés del 1% en alternativa a la tasa del 7% inicialmente utilizada. Se asume para el coste del combustible (diesel) un precio medio de 1.88 R\$/litro. Los costes horarios correspondientes a distintos grados de utilización anual se presentan en la figura 4.



La reducción de los intereses compensa en parte la mayor cuota de amortización por la baja utilización anual, abriendo la posibilidad de utilizar los tractores de 50 CV por debajo de las 300 h/año, lo que podría hacerlos aptos para explotaciones de 20 ha, con una intensidad agrícola de 1.5 cosechas/año.

En cualquier caso, para hacer los cálculos de la rentabilidad potencial de una determinada explotación habrá que considerar los costes derivados de la utilización de las máquinas accionadas por los tractores, diferentes en cada situación, aunque en una primera aproximación puede asumirse que incrementarían el coste horario de los calculados por los tractores al menos en un 50%.

LIMITACIONES A LA MECANIZACIÓN QUE IMPONE EL MEDIO NATURAL

La mecanización de las pequeñas explotaciones, al igual que las grandes, resulta muy difícil, cuando no imposible en determinadas condiciones del medio físico. Las fuertes pendientes, la pedregosidad o la baja capacidad portante de los suelos por su elevado contenido de agua (inundación) son factores que hacen prácticamente imposible el empleo de medios mecánicos, o requiere la utilización de maquinaria altamente especializada, que difícilmente se rentabiliza, con independencia

de los graves problemas de erosión como aparecen en las regiones andinas, o en el trópico, cuando el suelo se queda desprotegido de cobertura vegetal, aunque las técnicas de siembra directa se manifiestan como una alternativa interesante para desplazar la frontera agrícola en áreas tropicales, donde los cultivos asociados son una necesidad.

**Figura 5.- Reborde de Sierra
(Quevedos – RS Brasil)**



**Figura 6.- Zona andina de Mérida
(Venezuela)**



En estas situaciones son los motocultores y especialmente las motosegadoras los únicos equipos motorizados que pueden actuar, aunque en clara desventaja con los animales de trabajo en la mayoría de las situaciones agro-económicas.

Soluciones como las que se utilizan en determinadas zonas agrícolas de Europa o de Japón son inviables desde una perspectiva económica, salvo que haya una fuerte ayuda estatal mantenida en el tiempo.

Figura 7.- Tractor especializado para laderas



Figura 8.- Motosegadora trabajando en ladera



Sin embargo hay otras alternativas, poco experimentadas en Brasil, que podrían ser viables en determinadas situaciones agrícolas, como pueden ser los tractores de cadenas pequeños, que son la

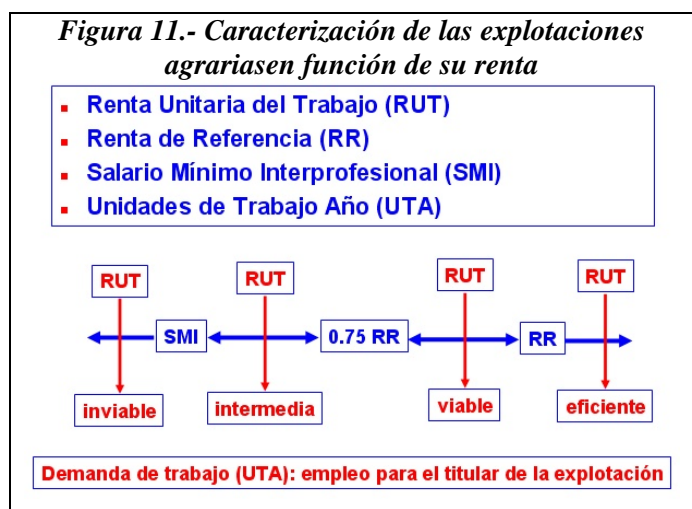
base de la mecanización en algunas zonas de Italia, especialmente para la viticultura de montaña, que habría que analizar en el país, sobre la base de fabricación nacional y la transformación de tractores del tipo 4RM.



MECANIZACIÓN DE PEQUEÑAS EXPLOTACIONES EN ZONAS DESARROLLADAS

El problema de la mecanización de las pequeñas explotaciones no es exclusivo de las zonas en desarrollo. Así, en algunas regiones españolas, en como en Galicia (noroeste), o en Valencia (este), más del 85% de las explotaciones disponen de una superficie agrícola útil de menos de 5 ha, siendo además la dimensión económica del 93% de las explotaciones agropecuarias de la región inferior a 8 Unidades de Dimensión Económica (una UDE equivale a una renta de 1000 euros, que es el salario mensual de profesional cuando inicia su actividad laboral).

En estas circunstancias, se puede considera que para que una explotación agropecuaria de estas regiones proporcione rentas suficientes para el titular, su dimensión debería ser al menos de unas 16 UDE, con más de 135 jornadas/año de trabajo (unas 1000 h/año) para el titular de la explotación. Se puede representar gráficamente la caracterización de las explotaciones en función de su viabilidad según se indica en la figura 11.



En esta situación, los propietarios dedican un tiempo parcial a la actividad agropecuaria, y se mecanizan recurriendo a la adquisición de tractores de segunda mano, en un aceptable estado de conservación, con un sobre dimensionamiento de la potencia para el implemento con el que lo utilizan. Son los fines de semana, o una vez finalizada su jornada de trabajo principal, cuando realizan las operaciones agrícolas. Esto significa que hay posibilidades de encontrar trabajo fuera de la agricultura,

y la actividad agrícola es un complemento de su trabajo principal, además de que las facilidades de comunicación permiten el desplazamiento diario con pérdidas de tiempo reducidas.

Como alternativa, o como complemento, y especialmente en operaciones de recolección, la utilización de máquinas en común, integradas en cooperativas de producción que también lo son para la comercialización, o en empresas de servicio a terceros, hace que los costes de la mecanización sean aceptables. Hay que tener en cuenta que en estas empresas agrarias hay una gran parte de actividad ganadera, y que la producción agrícola va dirigida a cultivos hortícolas que forman parte de la dieta alimenticia de la familia, con un sobrante que se comercializa en los mercados locales. Al ser operaciones agrícolas en las que se necesita gran cantidad de trabajo manual, y son difícilmente mecanizables a gran escala, la mano de obra familiar a tiempo parcial ayuda a mantener la rentabilidad de las explotaciones.

Figura 12.- Motocultor con remolque

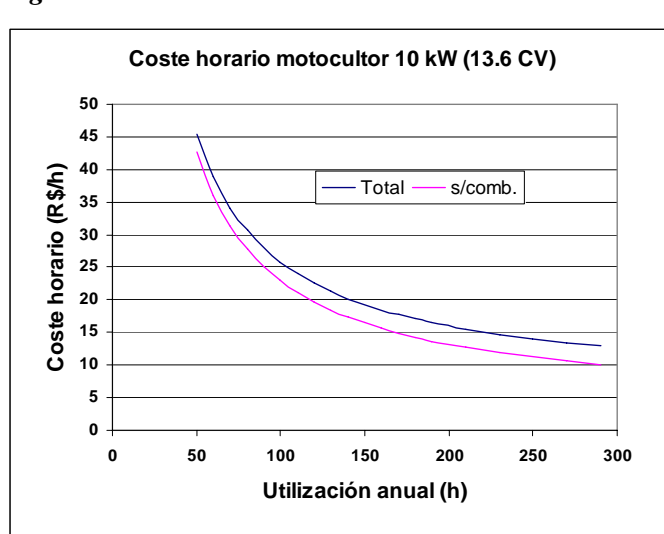


Cuando predomina la horticultura y la fruticultura en parcelas pequeñas, como sucede en el Levante español, que disfruta de un clima mediterráneo con temperaturas invernales cercanas a las subtropicales, es frecuente el empleo de motocultores, a los que incluso se asocian pequeños remolques, ya que la mínima mecanización de transporte ayuda considerablemente a reducir a reducir los costes de producción en este tipo de cultivos, aunque las condiciones de seguridad en el trabajo se reduce de forma considerable con respecto a la utilización de pequeños tractores.

LA MECANIZACIÓN CON MOTOCULTORES

En explotaciones de menos de 10-15 ha, especialmente cuando predomina la horticultura y fruticultura familiar, han sido los motocultores los que han sustituido a los animales de tiro, especialmente cuando la alimentación de los mismos reduce la dieta de la población local. Este no es el caso de muchas zonas en desarrollo que los animales de tiro tiene varias funciones y se encuentran integrados en la unidad productiva. En el XXVI Congreso de SBEA, celebrado en Campina Grande en 1997, pueden encontrar una información completa de la “Tecnología Apropiaada” en la que se integra la tracción animal y el trabajo manual.

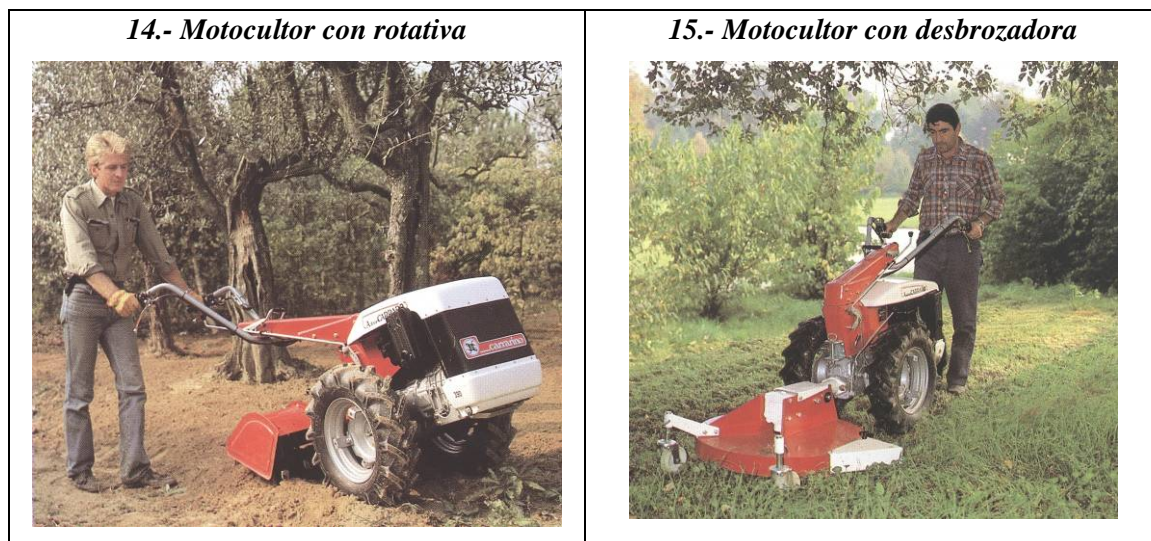
Figura 13.-



El empleo de motocultores, que ha sido la base del desarrollo de la agricultura familiar de los países mediterráneos, resulta interesante para otras situaciones agrícolas en las que por la pequeña dimensión de las explotaciones, o por las características de los cultivos y las parcelas, no puede recurrirse a los pequeños tractores.

La previsión de costes de utilización puede hacerse siguiendo criterios similares a los de los tractores, aunque con unas hipótesis diferentes para la amortización (tiempo y horas de vida útil) y los costes de mantenimiento y reparaciones. Es importante, a este respecto, tomar en consideración la robustez de los motocultores para los usos agrícolas, ya que en muchas ocasiones se adquieren equipos de bajo coste, diseñados para la jardinería doméstica, cuya fiabilidad es mínima y se averían al poco tiempo de trabajar en el campo.

Utilizando como referencia el precio de adquisición asignado a los motocultores en el programa “Mais Alimentos” (unos 1800 R\$/kW de potencia), la previsión de costes de utilización de un motocultor con rotativa serían los de la figura 6, considerando solo una tasa de interés del 1%, y unos costes de mantenimiento y reparaciones, expresados en litros de combustible, igual a la mitad del que se aplican a los tractores. La amortización combinada se calcula sobre 6000 horas y 10 años de vida útil.



Considerando que la rotativa que utiliza el motocultor dispone de una anchura de trabajo de 1.0 metro, para una velocidad de avance de 2 km/h, la capacidad de trabajo podría ser de 7 h/ha para la preparación del suelo, con un coste por superficie labrada de 105 R\$/ha, elevado con respecto a lo que se puede conseguir con tractores de baja potencia en una utilización normal, pero menor que lo que se obtendría con este tractor en reducida utilización anual, condicionado por la mínima superficie disponible en la explotación.

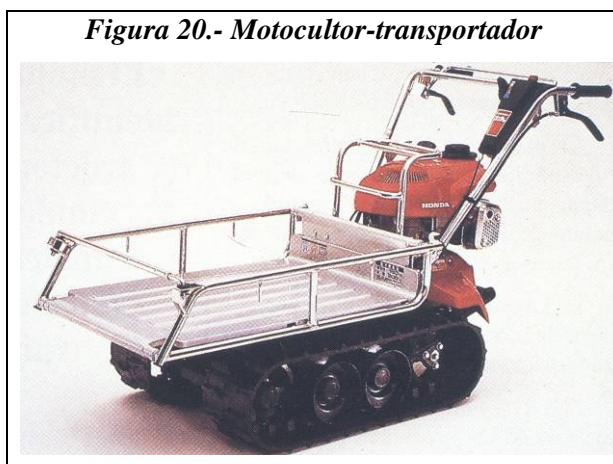
En consecuencia, el empleo de motocultores está indicado para pequeñas superficies hortícolas y nunca puede competir en agricultura extensiva, en la que la utilización de máquinas en común, a

pesar de las dificultades, se presenta como la única alternativa válida, incluso para las pequeñas explotaciones.

En diferentes ocasiones se ha planteado diseñar una unidad motriz polivalente, alternativa al tractor convencional, que pudiera sustituir a los animales de tiro. Soluciones como la llevada a cabo por la “Compañía Francesa del Algodón” pensando en las zonas de África en las que no podía utilizarse la tracción animal por la carencia de alimentos, o por las enfermedades que afectan a ganado. El tractor con plataforma fabricado en pequeñas series resulta más costoso que los tractores convencionales de baja potencia que se producen en series de miles de unidades, como está sucediendo en diferentes países de Asia, aunque podría tener sentido si se pudiera hacer una fabricación local como sistema para desarrollar industrialmente la región, pero por el momento no ha sido una solución económicamente viable.



La idea de sustituir la carreta de tracción animal y el trabajo de preparación del suelo realizado con animales de tiro mediante un tractor de plataforma se ha visto que no compite económicamente con un pequeño tractor que puede arrastrar un remolque, o incluso con el motocultor que también puede realizar el transporte de cargas con un remolque articulado. Una alternativa interesante, que puede ser utilizada en fruticultura de ladera es el motocultores con propulsión de bandas de goma, que permite el transporte de las cosechas, y también su utilización en la aplicación de fitosanitarios



USO DE MÁQUINAS EN COMÚN

No debe olvidarse las posibilidades que ofrecen el uso de máquinas en común en la mecanización de las pequeñas propiedades agrícolas, aunque muchas de las experiencias realizadas en este sentido hayan terminado en fracaso como consecuencia de la forma de ser de los implicados.

La utilización de máquinas en común, especialmente con sistemas de servicio a terceros, está haciendo posible bajar los costes de producción de la agricultura de los países que en estos momentos son exportadores netos de *commodities*, como es el caso de Argentina. Y no solo las grandes explotaciones se benefician de este sistema de utilización de la maquinaria.

La utilización de máquinas en común ofrece ventajas importantes, como una reducción del coste de las operaciones de campo, que se pueden cuantificar hasta en un 15%, y la utilización de las técnicas más modernas por la más frecuente renovación del equipo mecánico. También hacen posible la reducción de los tiempos de trabajo, dando las labores con mayor oportunidad, regularizando la ocupación de la mano de obra y con una mayor protección social del agricultor.

Pero no todo son ventajas, el agricultor siente que su disponibilidad de la máquina es menor, no la tiene en el momento que más le conviene, que con el traslado de las máquinas se favorece la difusión de plagas, y que, para reducir los costes de operación y aumentar la capacidad de trabajo se utilizan máquinas grandes, que pierden capacidad operativa en parcelas pequeñas.

Además, aumentan las formalidades administrativas que molestan mucho a los agricultores, y una pérdida de apariencia, ya que al agricultor le gusta presumir de ser propietario de su propia máquina. También aparecen averías de las que nadie quiere responsabilizarse y desacuerdos en cuanto al momento a que cada usuario tiene la máquina a su disposición.

Distintas son las formas de uso en común que se aplican en diferentes zonas agrícolas en países desarrollados: las cooperativas de uso en común (CUMA), los círculos de maquinaria y las empresas de servicio a terceros, tanto de titularidad pública como privada.

Entre los CUMA y las empresas de servicio a terceros hay un gran paralelismo, ya que en los CUMA son agricultores que trabajan sus propios campos los que dan servicios de mecanización a sus vecinos, ampliando el número de horas de utilización anual de las máquinas, con la consiguiente reducción de costes. Esto también sucede en algunas empresas de servicio de pequeña dimensión, en la que el propietario dispone de una pequeña explotación agrícola.

Desde la perspectiva de fomentar la mecanización de la agricultura en zonas en desarrollo las empresas de servicio con apoyo público son una forma de mecanización que ayuda a la formación de los que reciben los servicios, que así se familiarizan con la utilización y mantenimiento de la maquinaria.

Ha habido numerosos ejemplos de estos servicios a pequeños agricultores, aportando las labores agrícolas más pesadas con equipo que difícilmente se pueden rentabilizar en explotaciones de pequeña dimensión. Este fue el caso del PRONAMEC (Programa Nacional de Mecanización) desarrollado en Ecuador hace muchos años. Entre los problemas que hay que evitar, y que han sido la causa del fracaso de estos sistemas, están que las tarifas que se aplican a los servicios no permitan la renovación del parque de máquinas, al no considerar las amortizaciones del capital invertido. Otro aspecto importante es que se produce una transferencia de rentas del agricultor a la empresa de servicios, con lo que se reduce el beneficio de la unidad productiva familiar. Por esto, conviene

fomentar que sean los propios agricultores con mayor nivel de tecnología lo que den servicio a sus vecinos, como sistema para aumentar el cooperativismo, cosa que no siempre resulta posible porque depende mucho de la receptividad de las personas que forman parte de una comunidad.

La utilización de la maquinaria compartida (círculos de maquinaria), que ha dado muy buenos resultados en algunos países desarrollados, resulta difícilmente aplicable. Muchos de los intentos para poner en marcha este sistema han terminado en fracaso por enfrentamiento entre los socios cuando se producen averías “de las que nadie se siente responsable”, y acaban con la adquisición de máquinas propias en cada una de las explotaciones.

En consecuencia, la mejor opción es el fomento de las empresas de servicio a terceros gestionada por empresarios que también son agricultores de pequeña dimensión, especialmente para las operaciones de recolección con cosechadoras, y también con equipo especializado para las operaciones pesadas de laboreo y de transformación primaria del suelo, que no puede hacer el pequeño agricultor con tractores de reducida potencia.

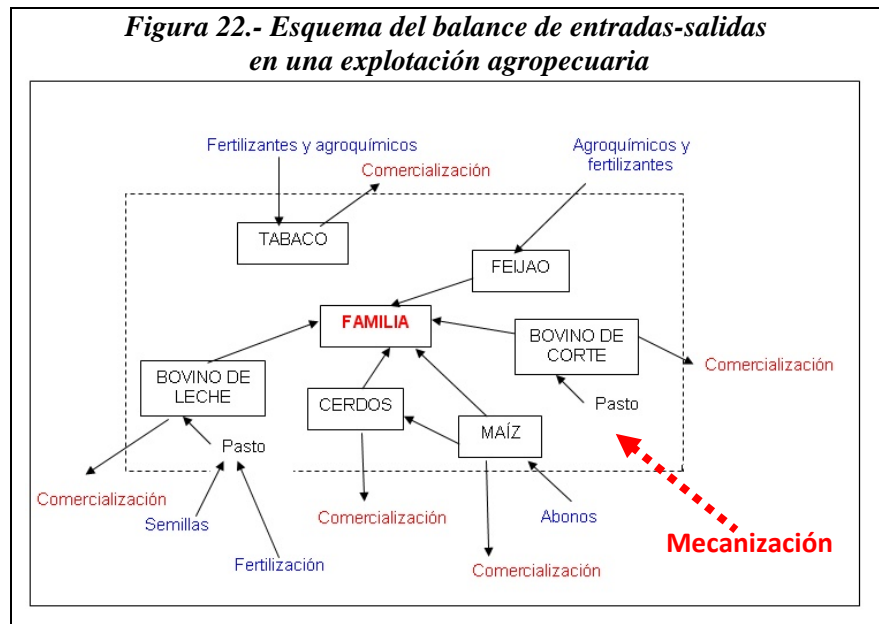
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo anteriormente expuesto se deduce que con tractores de una potencia de alrededor de 50 CV se puede resolver la mecanización explotaciones agrícolas con una superficie entra 30 y 40 ha, con una intensidad de cultivo de 1.5 cosecha por año. Este tractor funcionaría unas 400-450 horas por año, con un coste horario en el caso de una tasa de interés normal de 29.2 R\$/h, y podría renovarse en un plazo de 11 a 12 años. El empleo de tractores de más potencia en pequeñas explotaciones (<75 CV) solo tiene sentido cuando se tiene que trabajar sobre suelos con pendientes, aunque es muy difícil la mecanización de parcelas cuya pendiente se aproxima al 20% sin recurrir a maquinaria muy especializada y difícil de rentabilizar.

Con la financiación que ofrece el programa “Mais Alimentos” los costes horarios con 450 h de utilización anual se reducirían hasta 24.8 R\$/h, y abre la posibilidad de utilizar estos tractores en explotaciones de menor superficie, cuya demanda de horas detractor por año esté cercana al las 300. Esta opción parece más interesante que recurrir a tractores de menor potencia, en los que los costes de adquisición son relativamente más altos, o a los motocultores que solo interesan en explotaciones horto-frutícolas de pequeña dimensión, o en aquellos cultivos que no permiten la entrada de los tractores.

Siempre habrá que tomar en consideración el efecto de la mecanización en la renta familiar, ya que una parte de los ingresos hay que dedicarlos a compensar la compra de equipos mecánicos y combustibles y otro material que asegura el funcionamiento de las máquinas. La capacitación profesional en todo lo que se refiere a la mecanización ayuda a reducir los costes de funcionamiento, y hace posible que parte del mantenimiento y las reparaciones las pueda hacer el propio usuario, o se realice en talleres locales que también se convierten en fabricantes de los pequeños equipos mecánicos que necesitan los tractores para las diferentes operaciones de campo.

Como referencia aproximada para valorar el impacto de la mecanización en una explotación agrícola, puede considerarse que los costes de las operaciones mecanizadas para un cultivo son aproximadamente los del tractor (R\$/h) incrementados en un 50% (costes derivados del equipo mecánico accionado por el tractor) y multiplicado por



el número de horas de utilización en cada hectárea cultivada, a la vez que por el número de hectáreas totales de este cultivo. En estos cálculos no se incluyen los costes de la mano de obra que suministra la unidad familiar gestora de la explotación. La salida de ingresos de la explotación como consecuencia de la mecanización de una explotación agraria debe compensarse con la comercialización exterior de parte de las cosechas, como indica en esquema de la figura 22.

Por otra parte, el fomento de empresas de servicio a terceros con la participación de los propios agricultores de la región, que realicen esta actividad como complemento de la que desarrolla su explotación agrícola, abre mejores perspectivas al desarrollo integral de cualquier área agrícola, y de los talleres locales de reparación y asistencia técnica, y evita que las máquinas que se entregan con subvenciones se conviertan en chatarra sin que apenas se lleguen a utilizar.

También es importante orientar la producción de las pequeñas explotaciones a los cultivos que necesiten unos aportes más importantes de mano de obra porque resulta difícil su mecanización integral, ya que en ellos demuestran ventajas al disponer de mano de obra familiar que puede utilizarse a tiempo parcial, y con mayor intensidad en periodos críticos.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Gifford, R.C. *Mécanisation agricole et développement. Directives pour l'élaboration d'une stratégie*. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO nº 45. Roma, 1985.
- Le Thiec, G. *Agriculture africaine et traction animale*. CIRAD (Francia). 1996
- Ministério do Desenvolvimento Agrário (Brasil). *Plano Safra da Agricultura Familiar 2009/2010*. www.mda.gov.br
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España. *Plataforma del Conocimiento* www.mapa.es/es/ministerio/pags/Plataforma_conocimiento/maquinaria_agricola.htm

- Silsoe Research Institute. *Human and draught animal power in crop production*. Workshop Proceedings (Harare, Zimbabwe). FAO, 1993.
- XXVI Congreso de SBEA. *Tecnologia Apropriada em Ferramentas, Implementos e Máquinas Agrícolas para Pequenas Propiedades*. UFPB/SBEA. Campina Grande. Paraíba. Brasil, 1997