

## CAPÍTULO XI

### Arados de vapor.

IMPORTANCIA DEL CULTIVO AL VAPOR. La aplicación del vapor ó de las fuerzas hidráulicas á los trabajos del campo, es una de las cuestiones que más interesan hoy á la agricultura. El cultivo al vapor está en sus principios aún en Inglaterra. Los aparatos actuales recibirán aún; según se puede esperar con confianza, grandes perfeccionamientos; pero, desde ahora ya, el período de los ensayos y tanteos ha pasado y ha dado lugar al de las aplicaciones prácticas. Desde hace algunos años, se cuentan en Inglaterra más de 100 máquinas de labor á vapor trabajando regularmente; en Francia son pocas y en España actualmente tres que sepamos.

El precio de la unidad de trabajo mecánico producido por el vapor, allí donde la hulla no sea cara, apenas llega á  $\frac{1}{3}$  por término medio, del de la unidad del trabajo dado por los motores animados. Se economizarían, pues, los  $\frac{2}{3}$  del precio de la labranza, si se pudiera, desde hoy, aplicar el vapor tan fácilmente como el caballo á tirar de un arado y obtener la misma proporción de trabajo útil. Los aparatos de vapor no han adquirido aún este grado de perfección, utilizan peor el trabajo que los instrumentos tirados por los animales. Pero se puede afirmar, desde hoy, que los arados de vapor hacen un trabajo mejor que los arados ordinarios, y que el precio de jornal del trabajo, cuando están colocados en condiciones convenientes, es muy inferior al de la labranza hecha por animales de tiro.

Si se recuerda, por otra parte, que el gasto de las labores entra por una fuerte proporción en los gastos de producción de todas las plantas cultivadas, y que la buena preparación del suelo ejerce la mayor influencia sobre la abundancia y calidad de las cosechas, se comprenderá que toda economía realizada, ó toda mejora obtenida sobre la ejecución de la labranza, se traduce para un país agrícola como el nuestro, por centenares de millones de beneficio anual.

El problema de la tracción del arado por motores inanimados, una vez resuelto, se comprende que es igualmente fácil emplear grada, rastrillos, rodillos, sembradoras, segadoras de yerba, de trigo, reemplazar en una palabra, el trabajo de nuestros animales de tiro por el trabajo más potente y más económico del vapor ó de los saltos de agua.

El cultivo por vapor, disminuyendo por sí el trabajo de los animales de tiro, permite suprimir una parte de ellos, resultado de una importancia considerable bajo el punto de vista de los intereses generales del país.

Los animales de trabajo que quedan inútiles son necesariamente reemplazados por un número correspondiente de bestias de renta ó de abonos. Cada kilogramo de carbon quemado en la máquina, representa un peso de heno más ó menos considerable, que los caballos ó bueyes de trabajo dejan de consumir y del que pueden aprovecharse las vacas de leche, los cebones, ó los carneros. El cultivador puede así transformar en carne ú otros productos animales, los forrajes que ordinariamente está obligado á transformar en trabajo mecánico: realiza con ello un provecho mayor y aumenta otro tanto la cantidad de carne para el consumo general.

BREVE HISTORIA DE LA LABRANZA POR VAPOR. El pensamiento de reemplazar el trabajo de los caballos ó bueyes, por motores inanimados para trabajar la tierra no es nueva. Desde 1618 Ramsay tomó un privilegio de invención sobre este objeto: desde entónces, se citarian fácilmente gran número de invenciones de la misma naturaleza; bastará mencionar solamente las más importantes.

En 1810, el mayor Prats obtuvo un privilegio que encierra en gérmen algunas de las aplicaciones actuales: se debe, entre otras, á este inventor la idea del arado de báscula que hoy se emplea con éxito; pero este proyecto y otros muchos no parecen haber recibido el principio de la ejecución. En 1833, Heathcoat, ayudado por Parkes, consagró sumas considerables á la construcción de un arado de vapor que funcionó en 1834 y que hubiera dado probablemente resultados de un interés general, si el inventor no se hubiera detenido exclusivamente en la idea de labrar terrenos pantanosos que presentan, para el empleo de las máquinas, dificultades especiales. Sin embargo, estos ensayos fueron bastante notables para que la Sociedad de Agricultura de Escocia creyese deber proponer un premio, desde 1837, para la aplicación del vapor al laboreo, ejemplo que más tarde fué seguido por la Real Sociedad de Agricultura de Inglaterra.

En 1839, Mac-Roe construyó un aparato para la labor de los campos comprendidos entre dos canales paralelos. La máquina y la polea de retorno estaban instaladas sobre barcos, pero el inventor no desesperaba de aplicar su aparato al cultivo de las tierras ordinarias.

En 1849 Hanman, hizo construir, por los hábiles constructores Barrett, Exall y compañía, el primer aparato que ha funcionado con ayuda de una máquina fija, moviendo tambores sobre los que se arrollaba ó se desarrollaba alternativamente un cable que daba la vuelta al campo que se había de labrar.

El sistema de labor al vapor de lord Willoughby, compuesto de dos máquinas que recorren los dos lados opuestos del campo y que tiran alternativamente hácia sí el arado, fué muy notable en la Exposición Universal de 1851. El principio de este aparato había sido privilegiado desde 1846 por Tullah y el marqués de Tweeddale. Fisker presentó en 1852 á la Sociedad de Agricultura de Escocia, el proyecto de un aparato de los más ingeniosos, que no ha llegado á construirse sino muy recientemente y sobre el que volveremos más adelante con detalles.

Se debe aún citar, entre los ensayos interesantes del cultivo al vapor, el aparato rotatorio de Uscher y el de Romaine.

Muchos constructores franceses se han ocupado de máquinas de cultivo de vapor; pero poco animados al principio por la opinión pública, no han podido continuar ensayos, muy ingeniosos la mayor parte, pero demasiado costosos para que sean seguidos sin el recurso

de capitales considerables que afluyen tan fácilmente á los grandes talleres de los mecánicos ingleses.

Por fin, en 1854, en el concurso de Lincoln, fué cuando Fowler expuso, por primera vez, uno de sus aparatos de cultivo de vapor. Los verdaderos progresos datan desde esta época y han sido desde entónces extremadamente rápidos. Los hechos que preceden muestran una vez más, cómo siempre es penosa y lenta la realizacion de una gran idea mecánica, cómo pasa tiempo, no solamente desde las primeras pruebas, sino desde la primera realizacion completa, hasta el empleo usual del aparato. Hace ya 23 años que Fowler hizo las máquinas enteramente prácticas y no hace sino unos años que se ha principiado á aplicarlas en grande. En presencia de estos incontestables resultados, muchas personas ponen aún en duda las ventajas del principio mismo del cultivo de vapor. Las máquinas de trillar y las locomóviles, han encontrado las mismas objeciones y las mismas dificultades en la época de su introduccion en las granjas. El empleo de estos aparatos y de otros muchos que podriamos citar, no ha llegado á ser general sino con el tiempo. Sucederá lo mismo con la labor de vapor, llamada á realizar un progreso tan considerable en nuestros cultivos. ¡Honor, pues, á los agricultores y mecánicos que se esfuerzan por introducir el cultivo de vapor en todas las comarcas en que se puede aplicar con ventaja!

DESCRIPCION DE LOS APARATOS DE LABRANZA AL VAPOR. Los aparatos de labranza al vapor, que aún son bastante poco conocidos, es necesario describirles aquí con detalles de los principales sistemas mecánicos de este género, que han llegado á ser prácticos. Harémos conocer primero los aparatos de Fowler, que parecen los más perfeccionados, y que son, en efecto, los más extendidos. En seguida hablaremos de algunos otros sistemas que presentan notables particularidades, ó que pueden convenir en ciertas condiciones especiales.

APARATOS FOWLER. En todo sistema de labor por motores inanimados, se debe estudiar separadamente el aparato de traccion y el arado ó demas máquinas que se pongan en movimiento. Nos ocuparemos primero de las máquinas motrices, y en seguida de los instrumentos de cultivo.

En los últimos modelos de Fowler, la traccion se obtiene por medio de dos máquinas de vapor automóviles, esto es, que obran como locomotoras y como locomóviles, que avanzan simultáneamente sobre las dos orillas opuestas del campo que se debe trabajar.

Cada una de estas máquinas lleva un tambor horizontal sobre el que puede arrollarse un cable de alambre de acero que va de una máquina á la otra. Cuando el arado va de izquierda á derecha, la máquina de la derecha *B* (figura 37) trabaja, y el cable se arrolla sobre su tambor y se desarrolla libremente del tambor de la máquina de la izquierda *A*, que no trabaja. Cuando al contrario, el arado debe trasportarse de derecha á izquierda, la máquina de la derecha está detenida, su tambor queda libre y la máquina de la izquierda trabaja arrollando el cable sobre su tambor; á cada viaje del arado, las máquinas motrices avanzan en una cantidad igual al ancho de la faja trabajada por el instrumento. Este movimiento alternativo, muy sencillo, no puede realizarse de una manera fácil y regular, sino por medio de máquinas de vapor de una construccion especial, que han exigido la solucion de problemas muy difíciles.

Las dos máquinas son absolutamente parecidas. La caldera es del sistema tubular y guarnecida de todos los aparatos de seguridad ordinariamente usados; lleva el cilindro y engranajes motores en la parte superior del cuerpo cilíndrico, y el tambor, para arrollar el cable de traccion, en su parte inferior. Detrás de la caldera, y haciendo cuerpo con ella,

se halla la plataforma sobre que está el maquinista, rodeado de un depósito de agua y de un espacio destinado á recibir la provision de carbon.

Todo el aparato está sobre cuatro ruedas. Las dos pequeñas, puestas delante, están montadas sobre un eje que puede girar al rededor de una clavija maestra vertical. Este juego delantero puede inclinarse á derecha ó izquierda, con ayuda de una cadena que pasa sobre un piñon que mueve un volante á mano. Con esto el maquinista, desde su sitio, puede hacer girar la máquina en marcha, según la direccion que quiere. Las ruedas grandes de atrás son las motrices. Estas soportan la parte mayor del peso del aparato, para que su adherencia sobre el suelo sea considerable. Tienen un gran diámetro y llantas muy anchas para no hundirse en tierras blandas ó mojadas. La superficie unida de la llanta puede recibir barras de hierro salientes, destinadas á aumentar la adherencia sobre tierras resbaladizas.

El aparato motor está formado de un solo cilindro. La caja de distribucion está movida por un bastidor Stephenson, á fin de poder hacer girar al árbol del manubrio en un sentido ó en otro, según las necesidades. Este árbol lleva en una de sus extremidades un piñon recto, que mueve un segundo árbol horizontal, destinado á transmitir el movimiento á las ruedas motrices. En su otro extremo, el árbol citado lleva un piñon de ángulo que hace girar al tambor del cable de traccion por el intermedio de un árbol vertical. Los manguitos de abrazadera, cuyas palancas están puestas á disposicion del maquinista, permiten: 1.º, hacer el árbol independiente de todo el mecanismo, sea para alimentar la caldera cuando el trabajo está interrumpido (aunque no es preciso si lleva inyector Giffard, página 134), sea para emplear la máquina como motor fijo poniendo una correa de transmision sobre su volante; 2.º, abrazar ó empalmar el árbol, sea con el de las ruedas motrices, sea con el de la máquina de traccion, sea con los dos á la vez, cuando es necesaria una maniobra particular. Las máquinas que acabamos de describir son verdaderas loco-móviles rodadoras, análogas á las de que se ha hablado (página 203). Sirven tambien para remolcar el materia de labranza de un lugar á otro, sin necesidad de animales de tiro.

La construccion del tambor de la máquina del cable de traccion, puesto horizontalmente bajo el cuerpo cilíndrico de la caldera, presenta muchas disposiciones especiales, que largo tiempo han detenido á los constructores. Una de las mayores dificultades en el empleo de los tamborés de cabrestante, del género del que se trata, es el arrollamiento regular del cable. Si las espiras no se ponen en buen orden, su desgaste es muy rápido, y la marcha del aparato puede hallarse comprometida. En las máquinas Fowler, el cable, al salir del tambor, pasa entre dos poleas directrices de gargantas, montadas sobre un brazo de hierro que puede inclinarse más ó ménos en el plano horizontal, de manera que el plano de las poleas esté siempre dirigido en el sentido de la traccion. Este brazo debe recibir del aparato un movimiento tal, que las poleas directrices hagan arrollar el cable sobre el tambor en hélices regulares, cuyas espiras se hallen perfectamente en contacto. Las poleas directrices deben, pues, hallarse animadas, en el sentido vertical, de un movimiento lento y regular, tal, que para cada vuelta del tambor el eje del cable varíe verticalmente en una cantidad igual á su propio diámetro. Cuando el cable llega á tocar una de las caras del tambor, el movimiento de las poleas directrices debe cambiar de sentido para formar una nueva capa de espiras superpuestas á las primeras. Estos movimientos variados son ejecutados con gran precision por medio de una curva directriz helicoidal, montada sobre el mismo árbol que el tambor, y animada de un movimiento lento que recibe de un engra-

naje diferencial. El paso y la velocidad de esta directriz están determinados de manera que se obtenga el resultado deseado.

La cabria y su mecanismo accesorio están sostenidos por un árbol vertical, terminado por una ancha base fija por seis pernos á una fuerte contra-placa remachada bajo la caldera durante la construcción. Se puede, pues, soltar sin cuidado este mecanismo para repararle cuando haya necesidad. La palanca que lleva las poleas directrices del cable, gira al rededor de un centro sostenido por una pieza móvil sobre la extremidad inferior del eje vertical ya citado, á fin de que el cable pueda dirigirse, como se ha dicho, en el sentido de la tracción, haciendo un ángulo más ó ménos grande con la dirección seguida por la máquina á lo largo de la orilla del campo. El movimiento vertical de la extremidad del brazo que lleva las poleas directrices, le es comunicado por una pieza encajada en una ranura helicoidal, practicada en la superficie de un manguito cilíndrico que gira libremente sobre el árbol citado.

Es necesario, pues, que este manguito dé una vuelta mientras que el tambor da un número de vueltas expresado por dos veces el número de espiras del cable, que puede comprender en la altura de su garganta; todo esto se ayuda con un mecanismo algo complicado. El cable está un poco tendido y el movimiento del tambor está moderado, durante el desarrollo, por un simple freno circular, sostenido por un trinquete cuando el tambor desarrola, y que cesa de obrar cuando el tambor arrolla tirando hácia él al arado.

El tambor puede recibir 730 metros de cable de alambre de acero de 0<sup>m</sup>.019 próximamente de diámetro.

Existen muchos modelos de las máquinas que nos ocupan. La del menor es de 6 caballos de fuerza nominal y puede dar 21. La más poderosa es de 30 caballos nominales. Los modelos intermedios son respectivamente de 12, 14 y 20 caballos de fuerza nominal.

Hé aquí las principales dimensiones de los dos modelos más usuales.

La máquina de 20 caballos de fuerza nominal, puede dar más medidos con el indicador. La caldera funciona á una presión de 10 atmósferas próximamente. La superficie de caldeo de la caja de fuego es 4<sup>m</sup>.088, la de los tubos de 21<sup>m</sup>.738, formando en conjunto 25<sup>m</sup>.826 de superficie de caldeo. El cilindro de vapor tiene 0<sup>m</sup>.330 de diámetro, es de camisa de vapor y va dentro de una cúpula donde se hace la toma á cierta distancia encima del agua. La carrera del émbolo es de 0<sup>m</sup>.3555. Las ruedas motrices de hierro forjado tienen 1<sup>m</sup>.981 de diámetro y 0<sup>m</sup>.559 de ancho de llanta. El depósito de agua contiene 1.317 litros, y el pañol de carbon 0<sup>m</sup>.467. El peso total del aparato en marcha es de cerca de 17 toneladas. La velocidad normal es de 130 vueltas del volante por minuto, que corresponde á una velocidad del cable de tracción de 4.427 metros por hora, y á una velocidad de marcha de la máquina de 3.220 metros por hora. Pero en ciertos concursos se han contado hasta 285 vueltas por minuto, que corresponden á una velocidad del cable de 8.449 metros por hora.

La máquina de 12 caballos ha dado con el indicador más 103 caballos. La caja de fuego tiene 3<sup>m</sup>.097 y los tubos 14<sup>m</sup>.937, ó sea en total 18<sup>m</sup>.054 de superficie de caldeo. La rejilla tiene 0<sup>m</sup>.712. La velocidad normal es de 150 vueltas por minuto, que corresponden á una velocidad del cable de 4.427 metros por hora, y á una velocidad de marcha de la máquina de 2.012 metros por hora con movimiento lento, y de 4.023 metros con engranaje rápido. Las ruedas motrices tienen 1<sup>m</sup>.676 de diámetro y 0<sup>m</sup>.508 de ancho de llanta. El de-

pósito contiene 848 litros de agua, y el pañol de carbon 0<sup>m</sup>.c.325. El peso total de la máquina en acción, es de 14 toneladas próximamente.

El aparato de dos máquinas de 6 caballos cada una, ha sido combinado desde hace poco para responder á necesidades de las explotaciones pequeñas, y á los deseos de las personas que tratan de reducir sus gastos de primer establecimiento. Estas máquinas son ligeras y de fácil instalación. Pueden ser empleadas como locomotoras de carretera y como locomóviles de granja, para trillar y hacer otros trabajos interiores cuando las labores han terminado. Dos colonos vecinos pueden asociarse para hacer las labores, y despues tomar cada uno su máquina motriz. El gasto para cada uno se halla así muy reducido, y es probable que este pequeño modelo se generalice bastante pronto. El modelo de dos máquinas de 30 caballos cada una es muy pesado y no conviene sino en condiciones bastante raras. Los modelos más empleados son los de las máquinas de 12 y 14 caballos. Hé aquí, además, los precios de los principales aparatos de Fowler, tomados en Leeds (Inglaterra).

1.º Aparatos de dos máquinas de 6 caballos cada uno.

	Pesetas
Dos locomotoras de carretera de 6 caballos con un cilindro, con cambio de marcha, dos velocidades, tender, timon, ruedas de 0 <sup>m</sup> .40 de llanta, cabrestante para el cable, herramientas y 365 metros de cable de acero.....	23.700
Un cultivador giratorio de cinco rejas.....	1.375
Un arado báscula de tres rejas.....	1.800
Total.....	26.875

2.º Aparatos de dos máquinas de 12 caballos cada una.

	Pesetas
Las dos locomotoras de un cilindro, completas, con sus accesorios y 365 metros de cable de acero.....	35.500
Un cultivador giratorio de siete dientes.....	1.650
Un arado de seis rejas para labores ligeras.....	3.175
Un arado de tres rejas para labores profundas.....	2.825
Total.....	43.150

El aparato de dos máquinas de 14 caballos, compuesto de la misma manera que el precedente, cuesta 47.075 pesetas: el de 20 caballos 63.400, y, en fin, el de máquinas de 30 caballos cada uno 79.320. Es necesario añadir á estos precios los derechos arancelarios, que son muy escasos, y los gastos de transporte.

Sería útil añadir á todas las máquinas empleadas en la labranza, sobre la plataforma en que está el maquinista, una pequeña cubierta para abrigarle del sol y pequeñas lluvias que no detienen el trabajo.

Los aparatos de las máquinas motrices que trabajan alternativamente, son generalmente preferidas: la facilidad de su instalación, la reducción de los tiempos perdidos para cambiar el sentido de la marcha de los instrumentos de labranza, la fuerza considerable de que se puede disponer en caso de necesidad, y, en fin, la economía que permiten realizar sobre el precio del trabajo, comparativamente á los otros sistemas, les dan una verdadera superioridad. Sin embargo, debemos describir los demás aparatos de tracción de Fowler, que pueden convenir en algunas circunstancias particulares.