

CAPITULO X.

Del arado y su empleo.

IMPORTANCIA DEL ARADO. La labor á brazo puede dar un trabajo inmejorable, pero es muy lento é impone al hombre una fatiga excesiva. El empleo de máquinas movidas por animales para labrar la tierra es, seguramente, uno de los mayores progresos hechos por la humanidad: así, todos los pueblos antiguos han puesto entre sus héroes al inventor de estas máquinas.

El arado es seguramente el instrumento más importante de todo el material del campo. Nuestros lectores, colonos ó constructores de máquinas agrícolas, nos perdonarán demos al estudio del arado, á su construcción y empleo, largos desarrollos, que necesita esta cuestión fundamental de toda agricultura formal.

Existen en Francia, según la estadística de 1862, más de 3.206.000 arados, cifra que basta para establecer la importancia de este instrumento y el interés que presentan los perfeccionamientos de los menores detalles de su construcción. Bajo el punto de vista del interés privado, cada cual comprenderá el papel del arado en una granja, recordando que cada hectárea cultivada exige muchas labores que representan uno de los gastos mayores de la producción de todas las cosechas.

ORGANOS PRINCIPALES DEL ARADO. Si volvemos á referirnos á la descripción dada en el capítulo anterior de la labor á brazo, se recordará que la pala corta verticalmente el suelo, que separa en seguida el pedazo de tierra de la masa inferior del terreno, según un plano horizontal, y en fin, que el pedazo de tierra se pone vuelto del revés en el extremo opuesto del corte. Para imitar cuanto sea posible la labor á pala, los instrumentos destinados á efectuar la labor por la acción del movimiento continuo de los animales de tiro, deben pues: 1.º cortar el suelo, según un plano vertical, pasando por una línea recta á una cierta distancia de la cara libre del surco; 2.º, separarle en seguida horizontalmente, según una línea paralela á la anterior, de manera que se aisle el prisma de base rectangular de la masa del terreno; 3.º, en fin, volver la faja de tierra así cortada, para exponer al aire las superficies antes ocultas. En su segundo paso, el instrumento arrancará el prisma inmediato y le volverá sobre el precedente y así sucesivamente para toda la superficie que hay que labrar. En lugar de los pedazos separados, producidos por los movimientos alternativos de la pala, el arado animado del movimiento continuo de los animales, separa del suelo, en cada uno

de sus pasos, y vuelve sobre sí mismo una faja no interrumpida de terreno. Por motivo del estado más ó menos desmenuzable del suelo y de ciertas disposiciones de sus órganos, el arado puede además pulverizar, más ó menos completamente, la faja de tierra que ha separado de la masa del suelo, y reemplazar así, de una manera más ó menos completa, según las circunstancias, el desterronamiento que el obrero de pala obtiene, por la formación de montones aislados, y alguna vez, por su rotura después de haberles dado vuelta.

Los arados deben, pues, llenar tres funciones principales:

- 1.º Cortar la tierra que se trata de arar, según un plano vertical, formando una de las caras de la faja de tierra que se trata de separar.
- 2.º Cortarle horizontalmente, de manera que aisle esta faja de tierra.
- 3.º Volver sobre sí misma la faja separada, para exponer al aire las superficies recientemente cortadas.

A estas tres funciones principales, responden tres órganos especiales y esenciales del arado, á saber: la cuchilla, la reja y la vertedera. La cuchilla tiene su corte hacia adelante. La reja es una lámina de corte horizontal. La vertedera es una superficie curva, de forma más ó menos contorneada. Estos tres órganos esenciales, más ó menos perfeccionados, con formas más ó menos complicadas, se hallan necesariamente en todos los arados completos. Son los verdaderos trabajadores del instrumento; todas las demás partes de la máquina deben estar combinadas de tal modo que se asegure su buen funcionamiento.

Las piezas que sirven al montaje del arado y al ensamble de la reja y vertedera, varían mucho de forma y de disposición de un aparato á otro, pero se hallan en todos los arados cierto número de piezas esenciales, cuyos nombres vendrán sin cesar en la que sigue y que importa, por consiguiente, conocerlas desde ahora, para evitar el tener que recordarlas más adelante á cada momento. Todas las partes esenciales del arado están fijadas á una pieza principal muy sólida, que se llama, según la clase del arado, *cama* ó *árbol*. La reja está fija al cuerpo; este conjunto de piezas está unido al árbol por tornillos. En fin, la vertedera tiene sus puntos de apoyo sobre la reja y el cuerpo: la pieza inferior es la solera ó dental.

Los animales se aparejan á la extremidad anterior de la pieza principal, por el intermedio de un mecanismo llamado graduador ó regulador, cuya disposición varía, por decirlo así, con cada constructor, pero cuyo objeto es siempre poder modificar la posición del punto de unión de los tirantes, de manera que la resultante media de los esfuerzos de los animales esté constantemente dirigida en sentido inverso de la resultante de las resistencias que el arado sufre en su marcha, cualesquiera que sean las condiciones de consistencia del suelo, del ancho y profundo de los surcos. La extremidad de la cama reposa algunas veces sobre un juego delantero ó ante-tren que descansa en ruedas, fijas de diversas maneras. Más adelante se hallarán ejemplos de estas disposiciones.

El regulador permite poner el punto de unión de los motores en una posición conveniente, para las condiciones medias en que se ejecuta el trabajo, pero no se pueden prevenir los cambios que obstáculos accidentales pueden imprimir á la marcha del arado. Para vencer estas últimas dificultades y conducir el arado en las vueltas y pasos difíciles, se añaden mangos largos, llamados *manceras* ó *estevas*, que el obrero lleva á la mano, y con cuya ayuda conduce el aparato, modificando, cuando es necesario, la dirección que tendería á seguir si se le abandonara á sí mismo.

Antes de describir las disposiciones del conjunto de los principales sistemas de arados, es necesario dar una reseña detallada de las condiciones que deben llenar los órga-

nos esenciales, sobre las formas que conviene darles en general, y sobre su modo de obrar.

CUCHILLA. Todos los buenos constructores están acordes hoy en poner la punta de la cuchilla hácia adelante y en dar al corte una direccion rectilínea, formando con la vertical un ángulo de 30° próximamente; esta posicion del corte de la cuchilla es fácil de motivar. Se comprende, en efecto, que si la inclinacion fuera inversa, tenderia siempre á salir de la tierra levantando el arado. Saldria, en efecto, si encontrára una piedra ó una raíz un poco resistente. Si el corte de la cuchilla fuera vertical, notenderia, es verdad, ni á salir ni á penetrar en el suelo; pero si viniera á encontrar un obstáculo, le empujaria delante de él, sufriendo una resistencia considerable sin levantarle para hacerle salir de la tierra. Al contrario, dando á la cuchilla la posicion inclinada hácia adelante, adoptada en todos los instrumentos modernos, este órgano tiende á penetrar en el suelo, y aumenta por su parte la estabilidad del arado durante su marcha: si encuentra una piedra, tiende á levantarla y á expulsarla del suelo, y si encuentra una raíz, la corta fácilmente, haciéndola resbalar sobre su corte inclinado, como lo haria un obrero con su cuchillo. La indicacion precedente explica por qué se ha renunciado á las cuchillas de lámina convexa, y por qué los labradores cuidadosos se apresuran á hacer cambiar y volver á forjar la extremidad de la cuchilla tan pronto como el uso le da una forma redondeada y convexa. Las de corte cóncavo son aún peores que las de corte convexo, porque presentan los mismos inconvenientes, y además, su conservacion es más difícil.

Se ven aún hoy día cuchillas en forma de hoz, adaptadas á arados destinados á desmontar, donde las raíces encontradas en la superficie son tan abundantes que se acumulan bajo la pieza principal y entorpecen el arado. Es cierto que la cuchilla en forma de hoz debe traer ménos raíces á la superficie que la reja ordinaria; pero ésta ventaja no se obtiene sino á precio de aumento de tiro, que puede llegar á ser considerable. En este mismo caso particular, sería preferible encorvar la pieza principal en forma de cuello de cigüeña, delante de la reja para evitar el emborro, dando así á las raíces espacio necesario para separarse y conservar la cuchilla recta de los buenos arados ordinarios.

La seccion de la cuchilla por un plano perpendicular á su longitud, presenta la forma de un triángulo, del que los dos lados mayores forman entre sí un ángulo muy agudo. En otros términos, la lámina de la cuchilla forma una especie de cuña, que es necesario hacer tan aguda y delgada del lado opuesto al corte, cuanto permita la resistencia de la materia, á fin de reducir cuanto sea posible el esfuerzo necesario al corte que la tierra sufre necesariamente para dejar pasar la cuchilla, esfuerzo que aumentaria, por otra parte, rápidamente con el espesor de la lámina. Las cuchillas bien fabricadas para tierras de resistencia ordinaria, tienen en general de 0^m.35 á 0^m.40 de longitud, 0^m.060 á 0^m.070 de ancho, sobre un espesor de 0^m.005 á 0^m.012 del lado opuesto al corte, desde la punta; y de 0^m.012 á 0^m.020 cerca del punto de union de la lámina con el mango. Estas dimensiones deben aumentarse con la longitud de la cuchilla y con la resistencia de la tierra que hay que trabajar. Se aconseja algunas veces dar á la lámina de las cuchillas un espesor constante, y forjar la lámina en forma de sólido de igual resistencia. Es preferible dar á la cuchilla, como lo hacen los buenos constructores, una forma más sencilla, la de un rectángulo terminado en punta curva, y aumentar el espesor de la lámina proporcionalmente á los esfuerzos que han de soportar los diferentes puntos de la pieza.

Si la cuchilla fuera independiente de las demas piezas del arado, y tuviera que cortar una tierra homogénea, que se cerrára sobre sí misma despues de su paso, es claro que la

bisectriz del ángulo de las dos caras de la cuchilla debería confundirse con la direccion del movimiento del instrumento, á fin de que siendo iguales las componentes de la presion de la tierra sobre las dos caras de la cuchilla, la herramienta no tuviera tendencia alguna á desviarse de su camino, ni á la derecha, ni á la izquierda. Pero la cuchilla de un arado no se halla en general en estas condiciones. La faja de tierra separada del barbecho es arrojada hácia la derecha por los demas órganos del arado, y ejerce una presion mucho menor sobre la cara de la derecha de la cuchilla, que la tierra firme del lado izquierdo. Por esto se da al plano del corte de la cuchilla situado del lado de la tierra no laborada, una direccion cuasi paralela al plano del cuerpo del arado, es decir, á la direccion misma del surco abierto por el instrumento. Se reduce así cuanto es posible el frotamiento de la cuchilla contra el suelo. Un motivo semejante conduce á colocar el plano del corte de la cuchilla á 0^m.005 ó 0^m.007 hácia fuera del plano del cuerpo del arado, del lado de la tierra para que no frote contra la orilla del terreno.

En los arados ordinarios, la punta de la reja está colocada á algunos milímetros debajo de la punta de la cuchilla. Esta pequeña distancia influye necesariamente sobre la disposicion del arado, porque la reja soporta entónces, no solamente el peso de la faja de tierra, sino tambien una presion igual al esfuerzo de alzamiento que debe ejercer para separar la pequeña anchura de tierra no cortada por la punta de la cuchilla. Se admite que la punta de la reja moviéndose en una tierra no cortada, conserva mejor su estabilidad; por otra parte, la pequeña lámina de terreno no cortada que une el prisma de tierra cortada, se separa sin dificultad por la accion de alzamiento del principio de la reja. Esta pequeña resistencia mantiene el prisma en su lugar, hasta el momento en que debe comenzar á obedecer á la accion de la vertedera, y asegura así la regularidad del trabajo.

Los detalles precedentes muestran que la posicion de la cuchilla debe ser exactamente regulada, y explican la necesidad de fijar á la pieza principal, por medios mecánicos particulares muy delicados, aún en los antiguos arados, á pesar de su apariencia basta.

En los arados viejos de madera, y en la mayor parte de los construidos por los carreteros, aún en las proximidades de las grandes poblaciones, el mango de la cuchilla que en este caso es plana, pasa por una escopleadura ó mortaja vertical practicada, en la cama. La cuchilla está asegurada en esta mortaja con dos ó cuatro cuñas. La adiccion de una pequeña lámina de cuero, cortada en declive y convenientemente puesta, la union más ó ménos enérgica de las cuñas, bastan á un trabajador inteligente para dar á la cuchilla la inclinacion y profundidad conveniente para cada trabajo.

Esta disposicion presenta un inconveniente que debe hacerla rechazar absolutamente: debilita la cama, precisamente en el punto en que debe soportar los mayores esfuerzos, tanto, que se rompen por allí los árboles así dispuestos. Sorprendido de este inconveniente, Mathieu de Dambaste, uno de los primeros en Francia, ha puesto el mango de la cuchilla de sus arados en una caja de fundicion, fija sobre el costado de la pieza principal por dos pernos, y se la llama cuchillera ó abrazadera. Una rosca de presion y una ó dos cuñas de madera, permiten poner y mantener la cuchilla en una posicion conveniente.

Los dos agujeros que sirven para fijar la caja de fundicion sobre el costado del árbol, debilitan mucho ménos que la gran mortaja ordinaria, pero la quitan aún, sin embargo, una cierta parte de su fuerza, y se ha tratado de fijar la cuchilla en la posicion que debe ocupar sin agujerear ni debilitar la cama. Entre las soluciones propuestas, una de las más sencillas para los arados de madera, es la que se llama la abrazadera americana. Se

compone de una simple brida de hierro redondo, que oprime el mango plano de la cuchilla contra el árbol de madera, con ayuda de una lámina y pernos. Para mantener la inclinación de la abrazadera, y por consiguiente, la de la cuchilla que se apoya sobre ella, se pone sobre el árbol una placa de fundición con ranuras semi-cilíndricas, destinadas á recibir el brazo superior de la abrazadera.

En los arados de hierro, la cuchilla está fija por medios análogos á los precedentes, pero que la aseguran de una manera absoluta, y hacen su arreglo muy fácil y perfectamente exacto. En el arado de Howard, el mango redondo de la cuchilla se encaja en dos anillos sujetos contra el árbol por dos pernos. La inclinación de la cuchilla en el plano del árbol está regulada por la presión de estos pernos, y en el plano perpendicular por un tercer perno que apoya sobre la parte superior del árbol.

Las cuchillas son de hierro forjado, aceradas con cuidado del lado del corte. Las de los arados mejores son con frecuencia, hoy día, enteramente de acero.

REJA. La reja es un órgano del arado aún más esencial que la cuchilla. Esta desaparece, en efecto, en ciertos instrumentos, como sucede en el arado español, mientras que aquélla existe siempre, al ménos en estado rudimentario; es verdaderamente el alma del arado.

Obra como una pala que corta el suelo horizontalmente de una manera continua. Su función, bajo este punto de vista, salva la dirección del trabajo, es la misma que la de la cuchilla. Pero los esfuerzos que la reja debe soportar, son en general mucho más considerables; su construcción exige más cuidados aún, y en ciertos casos tiene disposiciones particulares, que es necesario estudiar con muchos detalles para comprender su utilidad. Las razones dadas para justificar la dirección oblicua del corte de la cuchilla con relación á la línea del movimiento, se aplican con más razón á la reja. Los motivos que nos han hecho rechazar para la cuchilla las formas contorneadas, cóncavas ó convexas, son evidentemente aplicables á ésta, y no los reproduciremos aquí. La forma recta de la reja está adoptada, en efecto, por todos los constructores de fama. El ángulo del corte de esta reja con la línea de tracción varía mucho de un arado á otro. La relación del mayor ancho de esta reja á su longitud está ordinariamente comprendida entre 1 y 3.

La reja se reduce á una simple punta de metal en ciertos arados primitivos ó á una cuña aguda en algunos arados destinados á trabajos profundos, ó bien á desmontes ó á sacar tierra. Esta forma elemental de la reja, criticada por ciertos autores, conviene, sin embargo, perfectamente á algunos trabajos particulares ó á algunos suelos de consistencia ó composición especial; mencionaremos más adelante estas rejas rudimentarias. En cuanto al presente debemos ocuparnos de las disposiciones habituales de las rejas, propiamente dichas, que sirven para cortar horizontalmente la faja de tierra que la vertedera debe enseguir, levantar ó volcar.

El ancho de la reja, medida perpendicularmente á la línea de tracción, es decir, la longitud misma de la sección practicada bajo el suelo, debe, en principio, ser precisamente igual al ancho de la faja de tierra que el arado trabaja en cada uno de sus viajes, y es próximamente, en efecto, la dimensión adoptada por la mayor parte de los constructores franceses. Los fabricantes ingleses dan, en general, ménos anchura á sus rejas. Dicen que la faja de tierra que queda adherente al costado del prisma, al rededor del que debe tener lugar la vuelta del pedazo de tierra, forma una especie de charnela, que facilita singularmente esta vuelta de la masa, impidiendo á la vertedera el romper y desmenuzar el suelo ántes de levantarlo y volverle. Esta manera de ver es perfectamente exacta, cuando se propone

solamente volver con mucha regularidad sin romper las fajas de la tierra. Pero no es éste siempre el único objeto del trabajo del arado. Más adelante discutiremos con detalles esta delicada cuestión; pero ántes debemos describir las rejas empleadas en los primitivos sistemas de arados. Las de los antiguos son de hierro acerado en el corte. Su forma se acerca á la de un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa forma el corte y cuyo cateto más largo se prolonga para formar una especie de mango plano que se fija al dental por pernos ó bridas. Ordinariamente es forjada en forma de canuto cónico, en que entra la punta del dental de madera ó de fundición. Las grandes forjas dan pedazos de hierro preparados para la fabricación de las rejas usuales de cada país.

Desde hace algunos años se emplean cada vez más dentales de fundición, cuya forma, más beneficiosa que la de las de madera, permite emplear rejas mucho más sencillas y ménos costosas que las de que se acaba de hablar. Estas rejas están formadas de una simple placa de hierro acerado ó de acero, de forma trapezoidal, fija por pernos de cabeza estriada sobre la cara anterior del dental. La punta de las rejas debe obrar hácia abajo y á la izquierda, para que el instrumento tienda más bien á entrar que á salir de la tierra.

El material empleado en la fabricación de las rejas merece fijar particularmente la atención, porque esta pieza se fatiga mucho, se usa ó gasta muy pronto, y figura en primera línea en la cuenta de gasto de entretenimiento del arado. En Francia, hasta ahora, las rejas son ordinariamente de hierro acerado: pero las de acero, y sobre todo de fundición, muy empleadas en Inglaterra, comienzan á ser apreciadas en todas las naciones, y no tardarán sin duda alguna en generalizarse.

En las rejas de hierro el corte está formado por una pieza de acero. Esta parte se gasta muy pronto. Cuando el desgaste es notable, hay que soldar una nueva pieza de acero, operación bastante costosa y que no puede repetirse muchas veces sobre la misma reja. Después de un cierto número de operaciones, el cuerpo de la reja, y su varilla ó su canuto están fuera de servicio y deben desecharse y vender como hierro viejo, por la cuarta parte apenas de su valor primitivo. La pérdida es tanto más fuerte, por consiguiente, cuanto más considerable es el peso primitivo. La reja trapezoidal de que se ha hablado es más fácil de reparar que las de cabo ó canuto, y deja al fin menor pérdida, por ser ménos pesada.

Las rejas de acero son muy buenas bajo cualquier punto de vista, duran mucho tiempo y no exigen sino un entretenimiento fácil y poco costoso. Los progresos de la metalurgia bajan todos los días el precio de los aceros propios para la fabricación de rejas de arados y se puede esperar que se encontrará pronto una verdadera economía en emplear exclusivamente este excelente material. Hoy existen ya talleres en que se moldea el acero como la fundición, y se fabrican á precios relativamente poco elevados piezas de máquinas excelentes, y en particular rejas de arados, de muy buena calidad, y que son adoptadas desde luego por algunos de los fabricantes de arados. Más adelante tendremos ocasión de indicar las aplicaciones de esta especie de rejas. Las de fundición son hoy empleadas en gran escala, sobre todo en Inglaterra, y dan excelentes resultados, á condición de ser fundidas con precauciones particulares y con fundiciones elegidas en vista de su aplicación especial.

Las rejas de fundición son generalmente de pequeño canuto y destinadas á ir sujetas á la extremidad del dental de hierro. Su peso es poco considerable. Su corte debe ser excesivamente duro, y sin embargo, la masa, aunque un poco gruesa, no debe ser quebradiza, á fin de resistir á los choques y esfuerzos, alguna vez considerables, á que está el instru-