

raleza del trabajo que producen; se debe, en efecto, abstenerse de comparar, como se hace demasiadas veces, el esfuerzo de traccion y el grado de perfeccion de los instrumentos que tienen objetos en un todo diferentes, ó que operan en suelos absolutamente desemejantes.

La comparacion séria de dos arados exige un conocimiento profundo del cultivo, una discusion atenta de las condiciones económicas en que deben operar. El mecánico, para construir arados apreciados en una localidad, debe ser bastante instruido para comprender el sentido, para traducir, de algun modo, las noticias, muchas veces confusas, porque les faltan términos de comparacion que dan los labradores instruidos de la comarca. El esfuerzo de traccion, el grado de perfeccion mecánica, no son sino uno de los elementos del problema, y no llegan á tener la fuerza que si se comparan instrumentos que hiciesen el mismo trabajo. De dos arados que vuelquen igualmente bien, en una misma tierra, fajas iguales de terreno, sin desmenuzarlos nunca, el mejor será ciertamente el más sólidamente construido, y el que, exigiendo el menor esfuerzo de traccion, fatigue ménos á los animales y á su conductor. Pero si un primer arado no hace sino volcar la tierra y hace necesario, despues de esto, el paso de extirpadores, de rodillos de dientes, etc., para desmenuzar el suelo y poder recibir la simiente, y un segundo arado, al contrario, vuelca la tierra y la desmenuza bastante para que un simple golpe de rastrillo ligero baste á su preparacion, la comparacion sola del tiro necesario á los dos instrumentos no bastará para establecer la preferencia que hay que dar al uno con respecto al otro. Será menester un estudio completo de los dos sistemas de cultivos adoptados, suponiendo los resultados iguales; se deberá contar el número total de jornales empleado por un lado para el primer arado, y su adyacente de instrumentos complementarios, y por otro lado, para el segundo y su simple rastrillo. La comparacion no se deberá hacer sino sobre los resultados de esta observacion completa, y se concibe, desde luégo, que no puede hacerse sino por hombres competentes á la vez en mecánica y en práctica de cultivo.

Por un lado, las personas que no han estudiado sino en libros y laboratorios, y por otro, las desprovistas de una instruccion sólida, guiadas por la sola práctica de los campos, no se dan cuenta de que tienen necesidad unas de otras para llegar á formular una opinion juiciosa sobre un instrumento agrícola. No hablan la misma lengua y no se comprenden verdaderamente en muchas circunstancias. Este defecto de inteligencia, es ciertamente una de las causas que hacen sea lento el progreso de la agricultura.

Las vertederas se hacen de madera, de fundicion, de chapa de hierro ó de acero. Las de madera son pesadas, se gastan y se inutilizan muy pronto, y su forma, regulada por el capricho del obrero, ó hasta por la forma del pedazo de madera de que se dispone, no puede ser satisfactoria sino muy rara vez. Las vertederas de fundicion son un poco pesadas cuando tienen bastante espesor para que no sean frágiles. Sin embargo, son muy superiores á las de madera. Los buenos modelos se reproducen exactamente y conservan su forma sin alteracion sensible. Duran muchísimo tiempo, y, en realidad, cuestan más baratas que las de madera, si se tiene cuenta de la reduccion que traen en los gastos de su entretenimiento. El reemplazo de la madera por la fundicion en la construccion de las vertederas es un verdadero progreso, y se debe desear que las fábricas de hierro se ocupen más de lo que lo hacen aún de la fabricacion de vertederas de fundicion. Si algunas fábricas hiciesen, por un estudio atento, colecciones de buenos tipos de vertederas apropiadas á las necesidades, y hasta cierto punto, á los gustos mismos de las comarcas que podrian alimentar, los forjadores y carreteros del pueblo aprenderian bien pronto á adaptarlas á las mon-

turas de madera económicas que ellos fabrican en sus puntos. Poco á poco los obreros y cultivadores se habituarían á instrumentos mejores, y este primer progreso, realizado ya en una gran parte de nuestras provincias, prepararia en poco tiempo la adopcion de los arados más perfeccionados.

El empleo de la chapa para la construccion de vertederas realiza sobre el de la fundicion un progreso cuasi tan considerable como el reemplazo de la madera por la misma fundicion para este uso. Las vertederas de chapa de hierro, y más aún las de chapa de acero, que se principia á emplear en gran escala, son ligeras y sólidas. Pueden recibir todas las curvaturas y tomar dimensiones que las de fundicion no podrian presentar sin que sus pesos fueran excesivos. El comercio da hoy á bajo precio chapas de formas especiales, que el fabricante de vertederas emplea sin desperdicio y sin gastos de corte. Con un poco de destreza, se puede arquear, sobre un yunque ordinario, una vertedera de chapa y darle exactamente la forma del tipo adoptado. Pero los fabricantes que se ocupan especialmente de la construccion de arados tienen moldes de fundicion, que pesa cada uno algunos centenares de kilogramos, para cada uno de los tipos de vertederas. Se hace calentar la chapa en un pequeño horno de reberbero, construido exprofeso, ó en uno de calentar las llantas de las ruedas: se la pone roja sobre el molde y se la adapta á éste rápidamente á golpes de martillo, mientras está caliente. Algunas veces, en establecimientos un poco más importantes, el molde es doble, macho y hembra. Se ponen á la vez muchas chapas rojas entre las dos partes del molde, y se les hace tomar rápidamente la forma querida por unos golpes del martillo-pilon, ó en defecto de este poderoso instrumento, por la presion de una fuerte prensa de rosca, ó de una prensa hidráulica, que aproxima los dos moldes sometiéndoles á una presion suficientemente enérgica.

REGULADOR. Se acaba de pasar revista á los tres órganos más importantes del arado, pero una máquina no es perfecta sino á condicion de que sus partes accesorias estén tan bien estudiadas como las principales, y que todos los detalles concurren igualmente á la tarea que el instrumento debe llenar. Antes de pasar al estudio de las disposiciones en conjunto del arado, debemos, pues, detenernos aún en detallar algunas piezas que le componen.

Si se considera un arado en movimiento y trabajando en el suelo, es claro que todas las resistencias que sufra, resistencia de la cuchilla á cortar la tierra verticalmente, de la reja á cortarla horizontalmente, la de la vertedera para levantarla, etc., se componen en una sola fuerza que debe ser igual y directamente opuesta al esfuerzo de traccion de los animales, para que la marcha del aparato sea regular y uniforme. Cada una de las componentes de la resistencia total varía en magnitud absoluta y relativa, segun la profundidad de la labor, el grado de dureza del suelo, etc. La magnitud y direccion de esta resultante varía tambien entre ciertos límites. La alzada de los animales, y la longitud de sus tirantes cambian tambien la direccion de sus esfuerzos. Es necesario, por consiguiente, por todos estos motivos, poder cambiar, en el sentido horizontal y vertical, el punto de aplicacion de la fuerza de los animales, para que esta fuerza esté siempre en línea recta con la resultante de las resistencias al movimiento de la máquina. Este cambio del punto de aplicacion de la fuerza de los animales, se obtiene por medio del aparato llamado *regulador* ó *graduador*. En las condiciones habituales del suelo y del trabajo de un arado ordinario, el punto de aplicacion de la resultante de todas las resistencias que sufre, se halla sobre la vertedera en un punto situado casi á los $\frac{2}{3}$ de la profundidad de la labor y á los $\frac{1}{3}$ del ancho de la faja de tierra, á partir

de la izquierda del instrumento (echando la vertedera la tierra á la derecha). Este punto debe hallarse en línea recta con el punto de union de los tirantes al regulador y en medio de los puntos de union de los tirantes al collar. Si sucede que estos tres puntos no estén en línea recta, si el punto de union de los tirantes está encima ó debajo de la línea que une los dos primeros, será solicitado de arriba abajo ó de abajo arriba por una fuerza tanto mayor, cuanto más se separen las dos direcciones de la línea recta. El arado tenderá, pues, á ser levantado y á salir de la tierra ó á introducirse de más. En los dos casos, su funcion normal se hallará modificada. Elevando el punto de union de los tirantes más de lo conveniente, se tiende á hacer que se introduzca el arado, y á aumentar la profundidad de la labor. El bajar este punto tenderia evidentemente á producir un efecto contrario. El razonamiento precedente, se aplica tambien tanto á la regularizacion del ancho de la faja de tierra cortada, como á la de su espesor. Se reconoce fácilmente, en efecto, que llevando á la derecha, más allá de su posicion normal, el punto de union de la fuerza de los animales, se tiende á hacer empujar á la izquierda la punta de la reja; es decir, á hacer penetrar más y más en la tierra y aumentar el ancho del surco, y recíprocamente, llevando demasiado á la izquierda este mismo punto de union, se tiende á hacer salir á la derecha la punta de la reja, y á disminuir la longitud de la faja. Estas observaciones explican la necesidad del regulador y la influencia de su buena construccion sobre la facilidad de regular un arado. Esta pieza es una de las que más han ejercitado el espíritu de invencion de los mecánicos. Se concibe, en efecto, que su forma puede variar al infinito. Bastará citar algunas de las disposiciones más generalmente adoptadas.

El regulador del arado de Dombasle, más ó ménos modificado, es uno de los más empleados en Francia. La extremidad de la cama fortificada por un herraje, tiene una pequeña mortaja en la que pasa un brazo vertical de una escuadra de hierro. La cadena del atalaje, ó el balancin, está unida á la cama por un corchete, y uno de sus eslabones pasa en una de las muescas del regulador. Se lleva, pues, el punto de aplicacion de la fuerza más ó ménos de lado, colocando el anillo en una ú otra de las muescas destinadas á recibirle. El brazo vertical puede quedar fijo á la altura que se quiere con ayuda de una simple clavija que atraviesa la cabeza de la cama y entra en uno de los agujeros hechos sobre la pieza. Esta disposicion muy sencilla, llena perfectamente su objeto y permite hacer variar en el sentido vertical ó en el horizontal, la posicion del punto de union por el que pase la direccion del tiro.

El regulador del arado de M. Howard presenta una disposicion diferente. La línea de tiro es llevada á derecha é izquierda, haciendo girar una pieza al rededor del eje vertical de un perno, y fijando en la posicion que se quiera, con ayuda de una clavija metida en uno de los dos agujeros de un arco de círculo. Para subir ó bajar la línea de tiro, se hace resbalar la varilla en la mortaja practicada en la extremidad de la pieza primera, y se la fija en la posicion conveniente por medio de una rosca de presion.

El regulador de la mayor parte de los arados construidos por la casa Hornsby, es bastante empleado en Inglaterra y puede aplicarse tambien con muy ligeras modificaciones, á los árboles de madera como á los de hierro; es el de la figura 23. Se lleva la línea de tiro á derecha ó izquierda, fijando el gancho del atalaje en el hueco de la placa *bb*. Para bajar ó subir la línea de tiro, basta poner el perno *c* en un agujero más ó ménos elevado del arco del círculo *dd*. El esfuerzo de traccion tiene lugar, con el aparato dispuesto como lo indica la citada figura, sobre la extremidad misma de la cama, y no, lo que es muy preferible,

sobre un punto más aproximado al cuerpo del arado, como se hace con los dos reguladores, de que hemos hablado ántes. La figura última representa dos proyecciones geométricas, ó sea un vista lateral y otra de planta, ó de arriba para abajo.

El regulador llamado de Small se parece mucho al último.

No multiplicarémos más los ejemplos de reguladores de arado. Todas las disposiciones de este órgano se comprenden á primera vista, y es fácil apreciar sus ventajas ó sus inconvenientes. En los buenos arados, el punto de union de la extremidad de la cadena ó de la barra de tiro opuesta al regulador, debe estar tan aproximado como sea posible al montante. Los esfuerzos que soporta la pieza principal están así disminuidos, pues que la accion se trasmite directamente á los órganos que han de soportar las resistencias más fuertes.

El regulador, construido enteramente de hierro, es de una forma sencilla como en el arado de Dombasle y en algunos otros; pero cuando su forma es más complicada, sería muy costoso ejecutarlo de hierro, y se le hace de fundicion y hierro, ó enteramente de fundicion. La fundicion ordinaria, á ménos de darle dimensiones exageradas, sería demasiado frágil para construir reguladores, que deben presentar cierta ligereza. Se emplea, pues, con ventaja, para reguladores que muestren cierta complicacion, la fundicion maleable. Esta materia bien fabricada presenta una tenacidad próxima á la del hierro, y cuesta mucho más barata cuando se trata de objetos de formas complicadas, presentando muchos agujeros, y cuya fabricacion exigiria cierta mano de obra.

La fundicion maleable puede prestar numerosos servicios en la construccion del material agrícola, y debemos decir algunas palabras ya que se presenta la ocasion. Para obtener piezas de buena calidad, es necesario, en cuanto sea posible, que cada fabricante prepare él mismo sus productos, á fin de que cada arado esté compuesto de piezas parecidas, ó que al ménos presenten todas las mismas dimensiones. Cuando se hacen á la vez en una hornada piezas de diferentes fuerzas, como sucede necesariamente á los fundidores que trabajan para fuera, y que tienen que entregar en fecha cierta las piezas de formas y dimensiones variadas que se les piden, sucede necesariamente que las unas son demasiado carburadas y que las otras no lo son tanto, de modo que los resultados dejan mucho que desear. La fabricacion de la fundicion maleable no presenta por otra parte ninguna otra dificultad, sino proporcionar el tiempo de caldeamiento á la dimension de las piezas, y se puede ejecutar en todos los talleres. Se funde en arena, como de costumbre, los objetos de que se tiene necesidad, disponiendo de manera que los espesores sean casi los mismos en todas las partes de cada modelo. La fundicion más fina de grano y más homogénea es la mejor para este género de trabajo. Los objetos desbarbados se colocan en cajas en cementacion, que contienen los productos oxidantes que deben descarburar la fundicion: óxido de hierro en polvo mezclado con cenizas finas y un poco de manganeso ú otros productos análogos. Se calientan más ó ménos largo tiempo, segun el volumen de las piezas, á una temperatura inferior al rojo cereza, se dejan enfriar y se sacan del horno.

MANGERAS. El regulador tiene por objeto, como se acaba de ver, asegurar la marcha regular del arado en las condiciones medias de cada naturaleza de trabajo que hay que hacer. Llena tanto mejor sus funciones, cuanto ménos útil hace todo otro medio de modificar ó restablecer el equilibrio durante la marcha. Pero, por bien establecido que esté, no puede prevenir los desvíos accidentales que resultan del encuentro de un obstáculo, de una piedra, ó de una modificacion brusca de la forma de la superficie. Para remediar estas causas de desvío, para dirigir el arado en las vueltas, y para manejar con facilidad en todas

las condiciones en que se halle, es para lo que se emplean las manceras, ó sea la clásica esteva, verdaderas palancas, con cuya ayuda se puede, en cada momento, modificar la posición de las partes que trabajan del arado, introducir en el sistema una fuerza nueva, que cambie la posición de la resultante de las resistencias y que permita cambiar la dirección del aparato. Se comprende inmediatamente, en efecto, echando una ojeada sobre un arado, que apoyando sobre las manceras se tiende á hacer bascular al instrumento sobre el tacon, á levantar la cuchilla, disminuir el espesor de la labor, y áun á hacer salir el arado de la tierra: al contrario, levantando las manceras, se tiende á hacer bajar la parte anterior del instrumento y á aumentar su introducción en tierra. Lo mismo, en fin, apoyándose sobre las manceras de derecha á izquierda, se tiende á estrechar el ancho de la faja de tierra, y apoyándose en sentido contrario á aumentarle.

Por lo mismo que es un medio poderoso de obrar sobre la marcha del arado, es necesario usarlo con destreza y moderación. Si se obra, por ejemplo, sobre las manceras, y se abandona en seguida bruscamente el instrumento á sí mismo, tomará repentinamente su marcha ordinaria, y la labor presentará uno de esos cambios, más ó menos pronunciados, que se notan con tanta frecuencia en el trabajo de los gañanes sin experiencia ó poco cuidadosos.

Las manceras son unas verdaderas palancas, como se acaba de ver. Es decir con esto, que su manejo exigirá tantos menos esfuerzos y que su acción será tanto más eficaz, cuanto más largas sean. En los arados de madera, para darles una fuerza suficiente, sin que su sección sea excesiva, se las hace muchas veces demasiado cortas. En los arados ingleses de hierro, las manceras son mucho más largas, y basta haber visto un instante conducir estos dos géneros de instrumentos para quedar convencido de la ventaja de dar á las manceras más longitud que la que se da generalmente.

Las de madera se terminan por una parte redondeada, formando el mango. Las de hierro se terminan por un saliente y una larga cola, que se ata fuerte en un mango torneado de madera dura, parecido á un mango fuerte de herramienta, guarnecido de una virola, que se apoya sobre el saliente. Esta cola tiene dos ó tres milímetros más que el mango de madera: cuando éste está en su sitio, se le monta con un pequeño disco metálico agujereado en el centro y sobre lo que se remacha con cuidado la extremidad de hierro de la cola.

El regulador y las manceras son los medios normales de arreglo del arado. Bastan siempre con instrumentos bien contruidos y conducidos por obreros experimentados y cuidadosos. Sólo citaremos el empleo de algunos otros medios de dirección empleados en ciertas circunstancias particulares para aconsejar su desuso. Así, para disminuir la introducción en tierra, se pueden acortar los tirantes, ó alargarlos en su caso para aumentar la profundidad. Se puede dar más tracción, sea á la derecha, sea á la izquierda, no colocando el punto de unión del balancin en la mitad de su longitud. Pero si el cambio de longitud de los tirantes más allá ó más acá de sus dimensiones habituales no es un buen medio de regular la profundidad, el cambio del punto de unión del balancin es un artificio detestable, que ocasiona á los caballos una fatiga y disgusto extremos, y que produciría fácilmente heridas en las espaldas, haciendo el tiro desigual sobre los dos lados de la collera.

ARADOS DE SOPORTE ANTERIOR. En las tierras de consistencia ordinaria, con instrumentos bien contruidos, y para labores de cierta profundidad, los arados desprovistos de ruedas, de que hemos hablado hasta el presente, producen un excelente trabajo; pero si una ó mu-

chas de las condiciones precedentes no se cumplen, puede suceder que el arado no tenga toda la regularidad de marcha que es de desear, ó al ménos, que la regularidad del trabajo no pueda realizarse sino por una atención fija ó un empleo continuo de la acción de las manceras. Hay necesidad en estas condiciones de añadir al arado nuevos órganos, que vamos á indicar en términos generales.

Supongamos que una circunstancia accidental tiende á hacer hocicar un arado, pero que la extremidad anterior de su árbol lleva una pieza sólida que repose sobre el suelo, por ejemplo, un rodillo; es evidente que esta pieza sólida se opondrá al movimiento de arriba abajo de la cama, y, por consiguiente, al aumento de la profundidad de la labor, por la que todo el aparato hubiera sido regulado interinamente. Recíprocamente, si el arado tendiera á salir del suelo, el peso de la pieza adicional, de que se acaba de hablar, si es bastante considerable, bastará para contrabalancear esta tendencia, oponiéndose á que sea levantado el extremo de la cama, y prevendrá así la disminución de la profundidad normal adoptada para la labor. Este medio de aumentar la estabilidad del arado en marcha es muy sencillo, pero tiene el inconveniente de aumentar, hasta cierto punto, el peso total del instrumento y el esfuerzo del tiro necesario para ponerle en marcha. Se emplea, para conseguir el objeto que se acaba de indicar, un zueco ó una pequeña rueda.

La disposición del zueco en la extremidad del arado es muy sencilla, y va indicada en la figura 26, que es una proyección vertical, ó sea una vista de costado; la extremidad de la cama tiene una mortaja vertical en la que resbala una pieza de madera en forma de cuña, que se fija á la altura que se quiere por medio de una clavija. El zueco está fijo á la extremidad de esta pieza de madera, y va rozando sobre el suelo, cuando el arado trabaja á la profundidad conveniente.

El ajuste de la ruedecilla ó rodillo puede igualmente hacerse de diferentes maneras. Si se trata de un arado ligero, poco expuesto á esfuerzos violentos, se puede limitar á reemplazar el zueco de la figura precedente por un rodillo de fundición montado en un estribo de hierro. Pero esta montura es necesariamente poco sólida y fatiga mucho la extremidad de la pieza principal, debilitada por la mortaja. La figura 27 indica una disposición mucho más satisfactoria. En la extremidad anterior del árbol A, está fija una doble escuadra *c d e*, que puede girar al rededor del perno *b*. El brazo *d e* es curvo, según un arco de círculo descrito del punto *b*, y resbala en una guía de hierro colocada junto al regulador. Este brazo está lleno de agujeros, y puede detenerse á la altura que se quiere por medio de una clavija móvil *f*. El rodillo gira sobre un eje colocado en el vértice *d* de la escuadra, y puede, por consiguiente, fijarse á la altura necesaria con la mayor facilidad.

La elección entre un zueco de madera y un rodillo de metal es fácil de hacer en cada caso particular. El zueco da lugar á un frotamiento mucho más considerable que el de rotación del rodillo; pero si se opera sobre una tierra cubierta de montones y de piedras, el zueco separa fácilmente estos obstáculos, y sigue una dirección mucho más aproximada á la línea recta, que el rodillo que monta sobre los obstáculos, y se halla á cada instante la-deado de su dirección.

El uso persistente del zueco, adoptado en los instrumentos más antiguos, y conservado áun hoy día en ciertas localidades de suelo pobre y pedregoso, está perfectamente justificado y explicado. En las tierras unidas y desprovistas de piedras, se deberá dar, al contrario, la preferencia al rodillo, que exige ménos tiro, y procura, en este caso, un movimiento más dulce y más regular que el zueco.